विज्ञानम्

दशमकक्ष्यायै
पाठ्यपुस्तकम्

विज्ञानम्

दशमकक्ष्यायाः कृते पाठ्यपुस्तकम्

राष्ट्रिय-शैक्षिकानुसन्धान-प्रशिक्षण-परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONL RESEARCH AND TRAINING

जनवरीमासः 2012 इत्यस्मात् संस्करणात्
अस्माभिः संस्कृतानुवादः कृतः ।

आमुखम्

राष्ट्रिय-पाठ्यचर्यायाः रूपरेखा (2005) ज्ञापयति यत् बालकानां विद्यालयीयं जीवनं बाह्य-जीवनेन सह योजनीयम्। अयं सिद्धान्तः पुस्तकीय-ज्ञानस्य तस्मात् न्यासाद् विपरीतः अस्ति यस्य प्रभाववशात् अस्माकं व्यवस्था अद्यावधिपर्यन्तं विद्यालयस्य गृहस्य च मध्ये अन्तरालं विरचितवती अस्ति। नूतन-राष्ट्रिय-पाठ्यचर्याधारिताः पाठ्यक्रमाः पाठ्यपुस्तकानि च एतम् आधारभूत-विचारं क्रियान्वेतुं कश्चन प्रयासः अस्ति। एतस्मिन् प्रयासे प्रत्येकं विषयस्य एकदृढभित्त्या आवरणस्य अथ च सूचना-संस्मारणस्य प्रवृत्तेः विरोधः समाविष्टः अस्ति। आशासे यत् एते प्रयासाः अस्मान् राष्ट्रिय-शिक्षा-नीतौ (1986) वर्णितायाः बालकेन्द्रित-व्यवस्थायाः दिशि सुदूरं नेष्यन्ति।

एतस्य प्रयत्नस्य साफल्यम् अधुना एतस्मिन् तथ्ये आश्रितम् अस्ति यत् विद्यालयानाम् आचार्याः अध्यापकाः च बालकेभ्यः कल्पनाशील-गतिविधीनां प्रश्नानां च साहाय्येन शिक्षणाधिगमसमये स्वीयेषु अनुभवेषु चिन्तनं कर्तुम् अवसरान् प्रदद्युः इति। अस्माभिः एतत् मन्तव्यं यत् यदि समयं स्थानं स्वतन्त्रतां च बालकेभ्यः प्रयच्छामः तर्हि बालकाः ज्येष्ठैः समर्पितया सूचना-सामग्र्या सह युक्त्वा सङ्घर्षं च कृत्वा नूतन-ज्ञानस्य सर्जनं कुर्वन्ति। शिक्षायाः विविधानां साधनानाम् एवञ्च स्रोतसाम् अवहेलनस्य प्रमुख-कारणं पाठ्यपुस्तकस्य परीक्षायाः एकमात्रम् आधारत्वेन निर्माणस्य प्रवृत्तिः अस्ति। सर्जनस्य प्रारम्भस्य च विकासार्थम् आवश्यकम् अस्ति यत् वयं बालकान् शिक्षणस्य प्रक्रियायां पूर्ण-सहभागित्वेन अङ्गीकुर्याम तथा च तेषां सहभागितां सुनिश्चिनवाम, ते बालकाः ज्ञानस्य निर्धारित-मात्रायाः ग्राहकाः सन्ति इति चिन्तनं त्यक्तव्यम्।

एते उद्देश्याः विद्यालयस्य दैनिक-जीवने कार्यशैल्यां च भृशं परिवर्तनं याचन्ते। दैनन्दिन्यां समय-सारण्यां परिवर्तनशीलत्वं (लचीलापन) तावदेव आवश्यकम् अस्ति यावत् वार्षिक-कालन्धरस्य क्रियान्वयने जागरूकता, येन शिक्षणार्थं नियत-दिनानां सङ्ख्या वास्तविकं रूपं स्वीकुर्यात् शिक्षण-मूल्याङ्कनयोः विधयः अपि एनं विषयं निश्चेष्यन्ति यत् इदं पाठ्यपुस्तकं विद्यालये बालानां जीवनेभ्यः मानसिकोद्वेगस्य खिन्नतायाः च स्थाने हर्षं प्रदातुं कियत् प्रभावि सिध्यति। भारस्य समस्यायाः समाधानार्थं पाठ्यक्रम-निर्मातृभिः विभिन्नेषु चरणेषु ज्ञानस्य पुनर्निर्धारण-समये बालानां मनोविज्ञानाय एवञ्च अध्यापनाय उपलब्ध-समयस्य ध्यानं दातुं पूर्वापेक्षया अधिकः सचेष्टः प्रयत्नः कृतः अस्ति। एषः प्रयासः इतोऽपि गभीरतया स्यात् इति प्रयत्ने इदं पाठ्यपुस्तकं चिन्तनाय, विस्मयाय, लघुसमूहेषु वार्तालापाय, तर्काय एवं च चर्चायै तथा च हस्ताभ्यां क्रियमाणेभ्यः गतिविधिभ्यः प्राथमिकतां प्रयच्छति।

राष्ट्रिय-शैक्षिकानुसन्धान-प्रशिक्षण-परिषद् एतस्य पुस्तकस्य रचनायै निर्मितायाः पाठ्यपुस्तक-निर्माण-समितेः परिश्रमस्य कृते कार्तज्ञ्यं प्रकटीकरोति। परिषद् सामाजिक-विज्ञान-पाठ्यपुस्तकस्य परामर्शदातृ-समितेः अध्यक्षम् आचार्यहरि-वासुदेवन्-महोदयं प्रति तथा च एतस्याः पाठ्यपुस्तक-समितेः मुख्य-परामर्शदातारं तापसमजूमदारमहोदयं प्रति विशेषरूपेण कृतज्ञतां प्रकटयति। एतस्य पाठ्यपुस्तकस्य वर्धने बहुभिः शिक्षकैः योगदानं कृतम्। एतद् योगदानं सफलीकर्तुं वयं तेषां शिक्षकाणां प्राचार्यान् प्रति अपि कृतज्ञतां प्रकटयामः। वयं तानि सर्वाणि सङ्घटनानि संस्थाः च प्रति कृतज्ञाः स्मः यैः स्वीय-सामग्रीणाम्, संसाधनानाम् एवं च सहयोगिनां साहाय्यस्य स्वीकरणे औदार्यपूर्वकं सहयोगः कृतः।

वयं माध्यमिकोच्चशिक्षा-विभाग-मानव-संसाधन-विकास-मन्त्रालय-द्वारा नियुक्तस्य आचार्यमृणालमीरी-महोदयस्य एवम् आचार्यजी.पी.देशपाण्डे-महोदयस्य आध्यक्ष्ये निर्मितायाः निरीक्षण-समितेः तान् सदस्यान् प्रति धन्यवादवचांसि व्यवहरामः ये स्वीकीयं मूल्यवन्तं समयं सहयोगं च दत्तवन्तः। व्यवस्थागत-संस्करणेषु

स्वीय-प्रकाशनेषु च नैरन्तर्येण परिष्काराय समर्पिता परिषद् टिप्पणीः परामर्शांश्च स्वागतीकरिष्यति येन भाविसंशोधनेषु साहाय्यं स्वीकर्तुं शक्येत।

निदेशकः

नवदेहली

राष्ट्रियशैक्षिकानुसन्धान-

२० नवम्बर् २००६

प्रशिक्षणपरिषद्

प्रस्तावना

दशमकक्ष्यार्थं विज्ञानस्य प्रस्तुतं पाठ्यपुस्तकं राष्ट्रियपाठ्यचर्यायाः रूपरेखा (2005) तमवर्षस्य मार्गदर्शिसिद्धान्तानाम् अनुपालनक्रमे नवमकक्ष्यार्थं प्रकाशितस्य विज्ञानपुस्तकस्य अग्रिमं सोपानम् अस्ति। अस्य समग्रपरिवर्तनस्य कार्यस्य मार्गे सीमितं समयावधिम् अतिरिच्य स्वीयाः अपि काश्चन बाध्यताः आसन्। दशमकक्ष्यायाः संशोधिते तथा च पुनः संरचिते पाठ्यक्रमे द्रव्यपदार्थः, सजीवजगत्, तथा च वस्तूनि केन प्रकारेण कार्यं कुर्वन्ति, प्राकृतिकपरिघटनाः तथा च संसाधनादिविषयाः संयोजिताः सन्ति। वयं पाठ्यक्रमस्य भावनायाः अनुरूपं चितेषु विषयेषु दैनिकजीवनेन संम्बद्धवैज्ञानिक-अवधारणाः संयोजयितुं प्रयासं कृतवन्तः। अस्मिन् स्तरे भौतिकी, रसायनविज्ञानं, जीवविज्ञानं पर्यावरणं च इत्यादीनां विषयाणां सुस्पष्टं विभाजनं न भवेत्, विज्ञानस्य एषः कश्चन एकीकृतः दृष्टिकोणः अस्ति ।

विज्ञानस्य अस्मिन् पाठ्यपुस्तके, यत्र कुत्रचित् सम्भवः अभवत्, प्रासङ्गिकानि सामाजिकानि प्रयोजनानि संयोजयितुं सार्थकप्रयासाः कृताः सन्ति। विशेष-आवश्यकतावन्तः समूहाः, लिङ्गभेदः, ऊर्जा तथा च पर्यावरणसम्बद्धाः विषयाः अस्मिन् पुस्तके सहजतया समाहिताः सन्ति। अस्य पुस्तकस्य माध्यमेन विद्यार्थिनः प्रबन्धनस्य केषुचित् सम्बन्धेषु (उदाहरणार्थम्, सम्पोषणीयविकासे) परिचर्चार्थम् अपि प्रेरिताः भवन्ति यतः ते एतेषां सर्वेषां तथ्यानां वैज्ञानिकविश्लेषणात् परं स्वयं निर्णयं स्वीकर्तुं शक्नुयुः।

अस्य पुस्तकस्य काश्चन विशेषताः अस्य विस्तृतम् आयामम् अभिवर्धयन्ति। प्रत्येकम् अध्यायस्य भूमिका दैनिकजीवनेन सम्बद्धितैः उदाहरणैः सह अस्ति तथा च यथायोग्यं विद्यार्थिभिः कर्तुं योग्यानां क्रियाकलापानाम् अपि समायोजनं कृतम् अस्ति। वस्तुतः एतत् पुस्तकं क्रियाकलापेषु आधारितम् अस्ति, यस्य माध्यमेन विद्यार्थिनः उद्दिष्टं ज्ञानम् अर्जयितुं शक्ष्यन्ति। पुस्तके परिभाषाणां तथा च प्रविधिशब्दावलेः अपेक्षया अवधारणासु आसक्तिः प्रदर्शिता अस्ति। अत्र भाषायाः सरलतया सह विज्ञानस्य यथार्थताम् उपस्थापयितुं विशेषप्रयासः कृतः अस्ति। अस्मिन् स्तरे ये कठिनाः समाह्वानविचाराः च संयोजयितुं न शक्ताः ते पृथक् सामग्रीरूपेण मन्दनारङ्गीयपेटिकायां वर्णिताः सन्ति। यतोहि अज्ञातस्य ज्ञानाय उत्सुकतायाम् एव विज्ञानस्य उत्साहः अस्ति, अतः एतत् पुस्तकं छात्रेभ्यः पाठ्यक्रमात् अतिरिक्तं चिन्तयितुं किमपि अन्वेष्टुं च अवसरं प्रदास्यति तथा च स्वस्य एतत् वैज्ञानिकम् अभियानम् अग्रे वर्धयितुं प्रेरणाम् अपि दास्यति। वैज्ञानिकानां सङ्क्षिप्तजीवनीसहिताः एतादृश्यः सर्वाः पेटिकाः निश्चयेन मूल्याङ्कनात् उत्कृष्टाः भविष्यन्ति।

अवधारणां स्पष्टीकर्तुं, यत्र कुत्रापि आवश्यकरूपेण समाहितानि उदाहरणानि अपि दत्तानि सन्ति। छात्राणां ज्ञानं परीक्षितुं प्रधानखण्डात् परं पाठे निहिताः प्रश्नाः अपि सन्ति। प्रत्येकम् अध्यायस्य अन्ते, महत्त्वपूर्णानां बिन्दूनां त्वरिता पुनर्विवेचना अपि कृता अस्ति। वयम् अभ्यासे कांश्चन बहुविकल्पीयप्रशनान् योजितवन्तः स्मः। पुस्तकस्य अन्ते विभिन्नानां कठिनानां बहुविकल्पीयप्रश्नानां तथा च सङ्ख्यात्मकप्रश्नानाम् उत्तराणि तथा च कठिनप्रश्नानां कृते सङ्केताः अपि दत्ताः सन्ति।

पुस्तकस्य निर्माणे अनेकेषां जनानां गभीररुचिः तथा च सक्रियसहभागिता आसीत्। सर्वविधां प्राशासनिकीं सहायतां प्रदातुं प्रो.कृष्णकुमारः, निदेशकः, एन.सी.ई.आर.टी.; प्रो.जी.रवीन्द्रा, संयुक्तनिदेशकः, एन.सी.ई.आर.टी., तथा च प्रो.हुकुमसिंहः, अध्यक्षः, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः, एन.सी.ई.आर.टी., इत्यादीनां सर्वेषां कृते विशेषान् धन्यवादान् ज्ञापयितुम् इच्छामि। अहं डॉ. अञ्जनी कौलः, पाठ्यपुस्तकविकाससमितेः

सदस्यसंयोजकस्य असाधारणप्रतिबद्धतायाः तथा च दक्षतायाः कृते हार्दिकीं प्रशंसां करोमि। पाठ्यपुस्तकनिर्माणसमितेः तथा च समीक्षासमितेः सदस्यैः सह कार्यकरणं मम कृते अतीव सुखदः अनुभवः आसीत्। चितः सम्पादकीयदलः एतत् पुस्तकं महता परिश्रमेण निर्दिष्टे समये प्रकाश्य अस्माकं स्वप्नान् साकारान् कृतवान्। मानवसंसाधनविकासमन्त्रालयस्य तथा च निरीक्षणसमितेः केचन सदस्याः पुस्तकस्य परिचर्यायाः अन्तिमरूपप्रदाने सहायकाः आसन्। मम सकाशे मित्रेभ्यः कृतज्ञतां प्रकटयितुं शब्दाः एव न सन्ति, ये एतस्य पुस्तकस्य निर्माणे व्यापारिकं वैयक्तिकं च साहाय्यं प्रदत्तवन्तः।

अस्य पाठ्यपुस्तकस्य परिष्करणाय भवतां टिप्पणीनां तथा च परामर्शानां स्वागतम् अस्ति।

रूपमञ्जरी घोषः
आचार्यः (भौतिकी)
स्कूल ऑफ फिजिकल साइंसेस
जवहरलालनेहरूविश्वविद्यालयः
नवदेहली

पाठ्यपुस्तकनिर्माणसमितिः

अध्यक्षः,विज्ञानस्य तथा च गणितस्य परामर्शदातृसमूहः

जे. वी. नार्लीकरः, इमेरिटस आचार्यः, अन्तर-विश्वविद्यालयः, केन्द्रं - खगोलविज्ञानं तथा च खगोलभौतिकी (IUCAA), गणेशखण्डः,पूना विश्वविद्यालयः, पुणे

मुख्यपरामर्शदाता

रूपमञ्जरी घोष, आचार्या, स्कूल ऑफ़ फ़िजिकल साइंसेज, जवाहरलालनेहरूः विश्वविद्यालयः, नवदेहली

सदस्यगणः

अञ्जनी कौलः प्रवक्ता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली (समन्वयकः-आंग्लसंस्करणम्)
अनिमेश महापात्रः, व्याख्याता, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, अजमेरम्, राजस्थानम्,
अलका मेहरोत्रा, व्याख्याता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
आर.पी.सिंहः, प्रवक्ता, राजकीयप्रतिभाविकासविद्यालयः, किशनगंज, देहली
इश्वन्तकौरः, पी.जी.टी.,डी.एम. विद्यालयः, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, भोपालम्, मध्यप्रदेशः
उमा सुधीरः, एकलव्यः, इन्दौरम्, मध्यप्रदेशः
एच.एल. सतीशः, टी.जी.टी., डी.एम. विद्यालयः, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, मैसूरम्, कर्नाटकम्
एस.के.दाशः, व्याख्याता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
गगनगुप्तः, व्याख्याता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
चारूमेनी, पी.जी.टी., सालवान पब्लिक विद्यालयः, गुडगॉव, हरियाणा
जे.डी.अरोडा, व्याख्याता, हिन्दू महाविद्यालयः, मुरादाबादः, उत्तरप्रदेशः
दिनेशकुमारः, व्याख्याता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
पूरनचन्दः, संयुक्तनिदेशकः (प्राप्तावकाशः), सी.आई.ई.टी., एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
बी.के.त्रिपाठी, व्याख्याता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
बी.बी.स्वाईं, आचार्यः (प्राप्तावकाशः), भौतिकीविभागः, उत्कलविश्विद्यालयः, भुवनेश्वरम्, उडीसा
ब्रह्मप्रकाशः, आचार्यः, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली
मीनाम्बिका मेनन, टी.जी.टी., कैम्ब्रिजविद्यालयः, नोएडा, उत्तरप्रदेशः
रीता शर्मा, व्याख्यात्री, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, भोपालम्, मध्यप्रदेशः
वन्दना सक्सेना, टी.जी.टी., केन्द्रीयविद्यालयः-4 कंधार लाइंस, देहली कैन्ट, नवदेहली
विनोदकुमारः, व्याख्याता, हंसराज महाविद्यालयः, देहली विश्वविद्यालयः, देहली
सत्यजीत रथः, वैज्ञानिकः, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ़ इम्युनोलॉजी, जे.एन.यू. कैंपस, नवदेहली
सुनीता रामरखियानी, पी.जी.टी. अल्हकॉन पब्लिक विद्यालयः, देहली

हिन्दी-अनुवादकाः

आर.जी.शर्मा, वरिष्ठविज्ञानपरामर्शदाता, साइंस सेन्टर न. 2, वसन्तविहारः, नवदेहली
कन्हैयालालः, प्राचार्यः (प्राप्तावकाशः), 121, अफगानन, देहलीगेट, गाजियाबादः, उत्तरप्रदेशः
गरिमा वर्मा, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीदभगतसिंह मार्केट, नवदेहली
जे.पी.अग्रवालः, प्राचार्यः (प्राप्तावकाशः), 3, शक्ति अपार्टमेंट, अशोकविहारः, फेज III, काकाजी लेन, देहली
प्रवीन कुमार सिंहः, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीदभगतसिंह मार्केट, नवदेहली
विजयकुमारः, उपप्राचार्यः, सर्वोदय-उच्चतरमाध्यमिकविद्यालयः, आनन्दविहारः, देहली

सदस्यसमन्वयकाः

बी.के.शर्मा, आचार्यः, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

कृतज्ञताज्ञापनम्

राष्ट्रियशैक्षिकानुसंधानप्रशिक्षणपरिषद् दशमकक्ष्यायाः विज्ञानस्य पाठ्यपुस्तकस्य निर्माणाय निर्मितायाः पाठ्यपुस्तकनिर्माणसमितेः सदस्यानां कृते तेषां योगदानाय कृतज्ञतां विज्ञापयामि । सहैव अस्य पाठ्यपुस्तकस्य पाण्डुलिपेः निम्नसदस्यैः समीक्षां, सम्पादनं तथा च संशोधनं विधाय अन्तिमप्रारूपप्रदानाय धन्यवादम् अर्पयामि - आर.एस.दासः, उप-प्राचार्यः (प्राप्तावकाशः), IV/49, वैशाली, गाजियाबादः, उत्तरप्रदेशः, ललित गुप्तः, टी.जी.टी. (विज्ञानम्), उच्चतरमाध्यमिकविद्यालयः, हस्तसालः, विकासपुरी, नवदेहली, वीरेन्द्रश्रीवास्तवः, शिक्षा-अधिकारी (प्राप्तावकाशः), शिक्षाविभागः, नवदेहली, अशोककुमारः सेठः, उपप्राचार्यः, बाबूरामः राजकीय-सर्वोदय-विद्यालयः, शाहदरा, नवदेहली, महेशकुमारतिवारी, पी.जी.टी. (जीवविज्ञानम्), केन्द्रीयविद्यालयः, मंदसौरः, मध्यप्रदेशः, अरुणामोहनः, व्याख्याता, (प्राणिविज्ञानम्), गार्गी महाविद्यालयः,दिल्ली विश्वविद्यालयः, नवदेहली, वी.के. गौतमः, शिक्षा-अधिकारी (विज्ञानम्), केन्द्रीयविद्यालयसङ्गठनम्, नवदेहली, डी.सी. पाण्डेयः, ए.डी.ई.-विज्ञानम्, (प्राप्तावकाशः), शिक्षाविभागः, नवदेहली, वी.एन. पाठकः, आचार्यः (रसायनविज्ञानम्), राजस्थानविश्वविद्यालयः, जयपुरम्, राजस्थानम्, ललिता एस. कुमारः, व्याख्याता, (रसायनविज्ञानम्), स्कूल ऑफ़ साइंसेस, इन्दिरा गान्धी राष्ट्रियमुक्तविश्वविद्यालयः, नवदेहली, पी.एन. वार्ष्णेयः, प्राचार्यः, (प्राप्तावकाशः), शिक्षाविभागः, नवदेहली, सतीशचन्द्रसक्सेना, उपनिदेशकः (प्राप्तावकाशः), वैज्ञानिकः (प्रविधिः) तकनीकी-शब्दावली-आयोगः, नवदेहली, राम आसरे सिंहः, व्याख्याता, (रसायनविज्ञानम्), टी.डी.पी.जी. महाविद्यालयः, जौनपुरम्, उत्तरप्रदेशः, शशिप्रभा, प्रवक्ता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली।

शैक्षिकप्रशानिकसहयोगाय परिषद् हुकुम सिंहः, आचार्यः तथा च विभागाध्यक्षः, डी.ई.ए.एम. एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली विशेषण श्लाघनीयः अस्ति।

प्रकाशनकार्ये सक्रियसहयोगाय परिषद् डी.ई.एस.एम. इत्यस्य ए.पी.सी. कार्यालयस्य प्रशासकीयकर्मचारिणः - दीपककपूरः, कम्प्यूटरस्टेशनप्रभारी, डी.ई.एस.एम. साएमा, इन्द्रकुमारः, डी.टी.पी. प्रचालकः, सीमायादवः, अञ्जना बख्शी, प्रतिलिपिसम्पादकः, योगिता शर्मा, बबीता, शोध्यपत्र-अध्येता, इत्येतान् प्रति हार्दिकं कृतज्ञतां प्रकटयामि।

अस्य पुस्तकस्य निर्माणे प्रकाशनविभागः, एन.सी.ई.आर.टी. नवदेहल्याः सहयोगः प्रशंसनीयः अस्ति।

अनुवादकः - अखिलेश कुमार मिश्रः

विषयसूची

	आमुखम्	*iii*
	प्रस्तावना	V
१	रासायनिक्यः अभिक्रियाः समीकरणं च	1
२	अम्लः क्षारः लवणं च	17
३	धातवः अधातवः च	37
४	कौकिलीयं तस्य यौगिकाः च	60
५	तत्त्वानाम् आवर्तवर्गीकरणम्	84
६	जैवप्रक्रमः	99
७	नियन्त्रणं समन्वयः च	122
८	जीवाः जननं कथं कुर्वन्ति	136
९	आनुवांशिकता जैवविकासः च	152
१०	प्रकाशस्य परावर्तनम् अपवर्तनं च	172
११	मानवनेत्रं वर्णमयः संसारः च	202
१२	विद्युत्	216
१३	विद्युद्धारायाः चुम्बकीयः प्रभावः	243
१४	ऊर्जायाः स्रोतांसि	264
१५	अस्माकं पर्यावरणम्	281
१६	प्राकृतिकसंसाधनानां प्रबन्धनम्	291
	उत्तरमाला	*307*
	पारिभाषिकशब्दावली	*309*

भारतीय-संविधानम्

उद्देशिका

वयं भारतीयाः, भारतदेशम् एकं [1]**[सम्पूर्ण-प्रभुत्व-सम्पन्नम्,समाजवादि,पंथ-निरपेक्षम्,लोकतन्त्रात्मक-गणराज्यं]** निर्मातुं तथा च तस्य समस्तनागरिकानां कृते;

सामाजिकम् आर्थिकं तथा च राजनैतिकं **न्यायम्,** विचारस्य, अभिव्यक्तेः, विश्वासस्य, धर्मस्य,

उपासनायाः **च स्वतन्त्रताम्,**

प्रतिष्ठायायाः अवसरस्य च **समतां**

प्रापयितुं

तथा च तेषु **सर्वेषु** मानवीयगौरवस्य तथा च [2]**[राष्ट्रियैकतायाः अखण्डतायाश्च]** सुनिश्चयकर्त्रीं **बन्धुतां** संवर्धयितुं.....

दृढसंकल्पाः भूत्वा **अस्यां स्वसंविधानसभायाम्** अद्य नवम्बरमासस्य 26 तमे दिनाङ्के 1949 तमे ख्रीस्ताब्दे (मार्गशीर्षे शुक्लसप्तम्यां 2006 तमे विक्रमसंवत्सरे) **एतत् संविधानम् अङ्गीकुर्मः अधिनियमितं तथा च आत्मार्पितं कुर्मः ।**

अध्यायः १

रासायनिक्यः अभिक्रियाः समीकरणं च

स्वस्य दैनिकजीवनस्य निम्नलिखितपरिस्थितीनाम् उपरि अवधानं कुर्वन्तु तथा च विचारं कुर्वन्तु यत् तदा किं भवति यदा

- ग्रीष्मकाले प्रकोष्ठस्य तापे दुग्धम् उद्धाट्य त्यज्यते।
- लौहस्य ऋजीषं/भ्राष्ट्रम् अथवा कीलकम् आर्द्रे वायुमण्डले उद्धाट्य त्यज्यते।
- द्राक्षायाः किण्वनं भवति।
- भोजनस्य पाकः क्रियते।
- अस्माकं शरीरद्वारा भोजनं जीर्णं भवति ।
- वयं श्वासं स्वीकुर्मः।

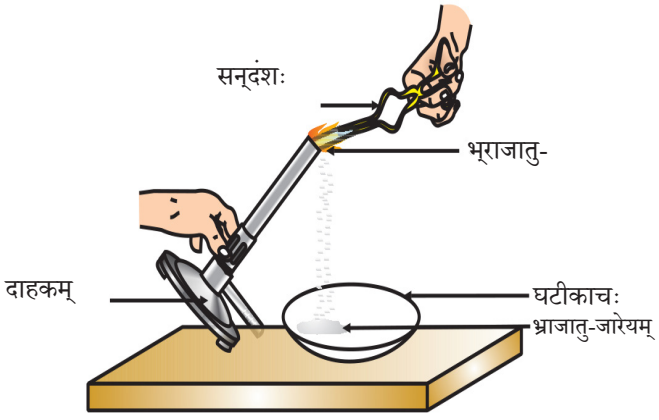
एतासु सर्वासु परिस्थितिषु प्रारम्भिकवस्तुनः प्रकृतिः तथा च परिचयः किमपि न किमपि परिवर्तितं भवति। पदार्थस्य भौतिकानां तथा रासायनिकपरिवर्तनानां विषये वयं गतकक्षासु पठितवन्तः। यदा किमपि रासायनिकं परिवर्तनं भवति तदा वक्तुं शक्नुमः यत् काचित् रासायनिकी अभिक्रिया अभवत्।

भवन्तः प्रायः चिन्तयन्तः स्युः यत् रासायनिक-अभिक्रियायाः वास्तविकः अर्थः कः अस्ति। वयं कथं ज्ञातुं शक्नुमः यत् काचित् रासायनिक-अभिक्रिया जाता अस्ति? एतेषां प्रश्नानाम् उत्तरं प्राप्तुम् आगच्छन्तु वयं कांश्चन क्रियाकलापान् कुर्मः।

क्रियाकलापः १.१

सावधानता- एतस्मिन् क्रियाकलापे शिक्षकस्य सहयोगस्य आवश्यकता अस्ति। सुरक्षानिमित्तं छात्राः नयनयोः उपनेत्रं धरन्ति चेत् सम्यक्।

- प्रायः 2cm दीर्घं भ्राजातुपट्टबन्धं सिकतापत्रेण घर्षित्वा स्वच्छीकुर्वन्तु।
- एतं सन्दंशेन धृत्वा भावदीपेन अथवा दाहकेन एतं ज्वालयन्तु तथा च एतेन निर्मितं भस्म घटीकाचे एकत्र कुर्वन्तु यथा १.१ चित्रे दर्शितम् अस्ति। भ्राजातुपट्टबन्धस्य दहनसमये एतं यथासम्भवं स्वनेत्रतः दूरं स्थापयन्तु।
- भवन्तः किं निरीक्षिवन्तः?



चित्रम् 1.1
भ्राजातु-पट्टबन्धस्य वायौ दहनं कृत्वा भ्राजातु-जारेयस्य घटीकाचे एकत्र करणम्

दृष्टवन्तः स्युः यत् प्रकाशमयश्वेतज्वालया सह भ्राजातुपट्टबन्धस्य दहनं भवति तथा च एतत् श्वेतचूर्णरूपेण परिवर्तते। एतत्

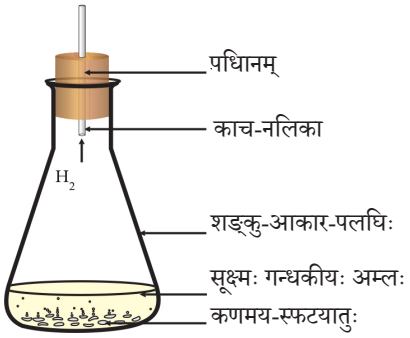
भवन्तः भ्राजातुजारेयस्य चूर्णम् अस्ति। वायौ उपस्थितः प्राणवायुः तथा च भ्राजातोः मध्ये जायमान-अभिक्रियायाः कारणेन एतत् निर्मीयते।

क्रियाकलापः१.२

- एकस्यां परीक्षणनलिकायां सीसभूयीसस्य मिश्रणं स्वीकुर्वन्तु ।
- एतस्मिन् भ्राजातोः जम्बेयस्य मिश्रणं मेलयन्तु।
- भवन्तः किं निरीक्षिवन्तः?

क्रियाकलापः1.3

- एकस्मिन् शङ्कु-आकारपलिघे अथवा परीक्षणनलिकायां किञ्चित् कणमयं कुप्यातुं मेलयन्तु।
- एतस्मिन् किञ्चित् हाइड्रोक्लोरिक-अम्लं तथा च गन्धकीय-अम्लं मेलयन्तु। (चित्रं1.2) सावधानता- अम्लस्य प्रयोगं सावधानतया कुर्वन्तु।
- किं स्फटयातोः कणानां परिसरे किमपि जायमानं दृश्यते?
- शङ्कु-आकारपलिघस्य अथवा परीक्षणनलिकायाः स्पर्शं कुर्वन्तु। किम् एतस्य तापमाने किमपि परिवर्तनं जातम् अस्ति?



चत्रिम् 1.2
कणमय-स्फटयातौ सूक्ष्म-गन्धकीय-अम्लस्य अभक्रियिया उदजन-वातस्य नरि्माणम्

उपरि दत्तानां त्रयाणाम् अपि क्रियाकलापानाम् आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् अधः कस्यचित् निरीक्षणस्य सहयोगेन वयं निर्धारयितुं शक्नुमः यत् रासायनिकी अभिक्रिया जाता अस्ति-

- अवस्थायां परिवर्तनम्।
- वर्णे परिवर्तनम्।
- वातस्य निर्गमः/उत्सर्जनम् ।
- तापमाने परिवर्तनम्।

यदि वयं स्वस्य परिसरे जायमानानि परिवर्तनानि पश्यामः, तर्हि प्राप्नुमः यत् अस्मान् परितः विविधाः रासायनिक-अभिक्रियाः जायमानाः सन्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं विभिन्नरासायनिक-अभिक्रियाणां तथा च तेषां प्रतीकात्मकनिरूपणस्य अध्ययनं करिष्यामः।

1.1 रासायनिकं समीकरणम्

1.1 क्रियाकलापस्य विवरणम् - यदा प्राणवायोः उपस्थितौ भ्राजातुपट्टबन्धस्य दहनं भवति तदा एषः भ्राजातुजारेये परिवर्तितः भवति। वाक्यरूपेण कस्याश्चित् रासायनिक- अभिक्रियायाः विवरणं बहुदीर्घं भवति। एतत् संक्षिप्तरूपेण अपि लेखितुं शक्यते। एतस्य शब्दसमीकरणरूपेण लेखनम् अतीव सरलतमः विधिः अस्ति ।

उपरि दत्तायाः अभिक्रियायाः शब्दसमीकरणम् एवं प्रकारेण भविष्यति

भ्राजातुः + प्राणवायुः ⟶ भ्राजातुजारेयम् (1.1)

(अभिकारकम्) ⟶(उत्पादः)

1.1 अभिक्रियायां भ्राजातुः तथा च प्राणवायुः एतादृशपदार्थः अस्ति यस्मिन् रासायनिकपरिवर्तनं भवति, एतत् अभिकारकं कथ्यते। एतया अभिक्रियया कस्यचित् नवीनपदार्थस्य भ्राजातुजारेयस्य निर्माणं भवति तथा च एषः उत्पादः कथ्यते।

शब्दसमीकरणे अभिकारकाणाम् उत्पादे परिवर्तनं तयोः मध्ये किञ्चन बाणचिह्नं स्थापयित्वा दर्श्यते। अभिकारकाणां मध्ये योगस्य (+) चिह्नं स्थापयित्वा तस्य वामतः (LHS) लिख्यते। एवं प्रकारेण उत्पादानां मध्येऽपि योगस्य (+) चिह्नं स्थापयित्वा तस्य दक्षिणतः (RHS) लिख्यते। बाणस्य शीर्षम् उत्पादं प्रति भवति तथा च एतत् अभिक्रिया भवितुं दिशं दर्शयति।

1.1.1 रासायनिकसमीकरणस्य लेखनम्

किं रासायनिकं समीकरणं निरूपयितुम् इतोऽपि संक्षिप्तविधिः अस्ति? शब्दानां स्थाने रासायनिकसूत्रस्य उपयोगं कृत्वा रासायनिकसमीकरणानि अधिकसङ्क्षिप्तानि तथा च उपयोगीनि कर्तुं शक्यन्ते। रासायनिकं समीकरणं काञ्चित् रासायनिक-अभिक्रियां दर्शयति। यदि भवन्तः भ्राजातोः प्राणवायोः भ्राजातुजारेयस्य च सूत्राणि स्मरणं कुर्युः तर्हि उपर्युक्तानां शब्दानां समीकरणम् एवं प्रकारेण लेखितुं शक्यते-

$$Mg + O2 \longrightarrow(MgO \qquad (1.2)$$

बाणचिह्नस्य वामतः तथा च दक्षिणतः तत्त्वानां परमाणूनां संख्यायाः गणनां कृत्वा तेषां तुलनां कुर्वन्तु । किम् उभयत्र तत्त्वानां परमाणुसंख्या समाना अस्ति? यदि न तर्हि समीकरणम् असन्तुलितम् अस्ति यतोहि समीकरणस्य उभयत्र द्रव्यमानं समानं नास्ति। कस्याश्चित् अपि अभिक्रियायाः एतादृशं रासायनिकं समीकरणम् अस्थिपञ्जरीयं रासायनिकसमीकरणं कथ्यते। एवं प्रकारेण (1.2) समीकरणं भ्राजातोः वायौ ज्वलनस्य अस्थिपञ्जरीयं समीकरणम् अस्ति।

1.1.2 सन्तुलितस्य रासायनिकसमीकरणस्य महत्त्वम्

भवन्तः द्रव्यमानसंरक्षणस्य नियमं स्मरन्तः स्युः यस्य भवन्तः नवमकक्षायाम् अध्ययनं कृतवन्तः आसन् , कस्याञ्चित् अपि रासायनिक-अभिक्रियायां द्रव्यमानं न तु निर्मीयते नैव च विनाश्यते। अर्थात् कस्याश्चित् अपि रासायनिक-अभिक्रियायाः उत्पादतत्त्वानां सम्पूर्णं द्रव्यमानम् अभिकारकतत्त्वानां सम्पूर्णद्रव्यमानस्य समानं भवति।

अन्यशब्देषु रासायनिक-अभिक्रियातः पूर्वं तथा च तदनन्तरं प्रत्येकं तत्त्वस्य परमाणूनां संख्या समाना भवति। अतः अस्माभिः अस्थिपञ्जरीयसमीकरणस्य सन्तुलनं करणीयम् अस्ति। किं रासायनिकं समीकरणं (1.2) सन्तुलितम् अस्ति? आगच्छन्तु वयं रासायनिकं समीकरणं क्रमशः सन्तुलितं कर्तुं पठामः।

1.3 क्रियाकलापस्य शब्दसमीकरणम् एवं प्रकारेण दर्शयितुं शक्यते-

कुप्यातुः + हाइड्रोक्लोरिक-अम्लः $\longrightarrow$(कुप्यातुशुल्बीयम् + उदजनम्

उपर्युक्तं शब्दसमीकरणं निम्नलिखितरासायनिकशब्दसमीकरणेन दर्शयितुं शक्यते-

$$Zn+ H2SO4 \longrightarrow(ZnSO4+H2$$

आगच्छन्तु (1.3) समीकरणे बाणचिह्नम् उभयतः तत्त्वानां परमाणुसंख्यायाः तुलनां कुर्मः। तत्त्वानि अभिकारकेषु परमाणूनां संख्या (RHS)उत्पादे परमाणूनां संख्या

तत्त्वानि	अभिकारकेषु परमाणूनां संख्या (RHS)	उत्पादे परमाणूनां संख्या (RHS)
Zn	**1**	**1**
H	**2**	**2**
S	**1**	**1**
O	**4**	**4**

(1.3) समीकरणे बाणचिह्नम् उभयतः प्रत्येकं तत्त्वस्य परमाणूनां संख्या समाना अस्ति अतः एतत् किञ्चन सन्तुलितं रासायनिकं समीकरणम् अस्ति।

अधुना वयं निम्नरासायनिकसमीकरणं सन्तुलितं कर्तुं प्रयासं कुर्मः।

$$Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2 \qquad (1.4)$$

चरणम् 1- रासायनिकसमीकरणस्य सन्तुलनाय सर्वप्रथमं प्रत्येकं सूत्रं परितः काञ्चन पेटिकाः निर्मान्तु। समीकरणस्य सन्तुलनसमये पेटिकायाः अन्तः किमपि परिवर्तनं न कुर्वन्तु।

$$Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O + H_2 \qquad (1.5)$$

चरणम् 2- असन्तुलिते (1.5) समीकरणे उपस्थितानां विभिन्नतत्त्वानां परमाणुसंख्यायाः सूचीं निर्मान्तु।

तत्त्वानि अभिकारकेषु परमाणुसंख्या(LHS) उत्पादेषु परमाणुसंख्या(RHS)

तत्त्वानि	अभिकारकेषु परमाणूनां संख्या (RHS)	उत्पादे परमाणूनां संख्या (RHS)
Fe	**1**	**3**
H	**2**	**2**
O	**1**	**4**

चरणम् 3 – सुविधानिमित्तं सर्वाधिकं परमाणुयुक्तं यौगिकं सन्तुलितं कुर्वन्तु तद् अभिकारकं भवतु अथवा उत्पादः। तस्मिन् यौगिके सर्वाधिकं परमाणुयुक्तं तत्त्वं चिन्वन्तु। एतस्य आधारेण वयं Fe_3O_4 तथा च तस्य प्राणवायुतत्त्वं चिनुमः। दक्षिणतः प्राणवायोः चत्वारः परमाणवः सन्ति यद्यपि वामतः एकमेव।

प्राणवायुः परमाणून् सन्तुलितान् कर्तुम् –

प्राणवायोः परमाणवः	अभिकारकेषु	उत्पादेषु
(i) प्रारम्भे	1 (H_2O मध्ये)	(Fe_3O_4 इत्यस्मिन्)
(ii) सन्तुलितं कर्तुम्	1 x 44	4

एतत् अवश्यं स्मरणीयं यत् परमाणूनां संख्यां समानां कर्तुं वयम् अभिक्रियासु निलीनतत्त्वानि तथा च यौगिकसूत्राणि परिवर्तयितुं न शक्नुमः। यथा – प्राणवायुपरमाणून् सन्तुलितान् कर्तुं वयं "4" गुणाङ्कं योजयित्वा 4 H_2O लेखितुं शक्नुमः किन्तु H_2O_4 अथवा $(H_2O)_4$ न। आंशिकरूपेण सन्तुलितं समीकरणम् अधुना एवं प्रकारेण भविष्यति

$$Fe + 4\ H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2 \qquad (1.6)$$

(आंशिकरूपेण सन्तुलितं समीकरणम्)

चरणम् 4 - Fe तथा च H परमाणुः अधुना अपि सन्तुलितः नास्ति। एतेषु किञ्चन एकं तत्त्वं चित्वा अग्रे चलामः। अधुना वयम् आंशिकरूपेण सन्तुलितसमीकरणे उदजनपरमाणुं सन्तुलितं कुर्मः।

उदजनपरमाणुं समानं कर्तुं दक्षिणतः उदजन-अणोः संख्यां "4" कुर्मः।

उदजनस्य परमाणुः	अभिकारकेषु	उत्पादेषु
(i) प्रारम्भे	8 (H2O मध्ये)	2 (H2 मध्ये)
(ii) सन्तुलितं कर्तुम्	8	2 x 4

समीकरणम् अधुना एवं प्रकारेण भविष्यति -

$$Fe + 4\ H_2O + \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\ H_2 \qquad (1.7)$$

(आंशिकरूपेणसन्तुलितं समीकरणम्)

चरणम् 5 - उपरि दत्तस्य समीकरणस्य परीक्षणं कुर्वन्तु तथा च तृतीयं तत्त्वं चिन्वन्तु यत् अधुना पर्यन्तम् असन्तुलितम् अस्ति। भवन्तः प्राप्स्यन्ति यत् केवलं लौहः एव एकं तत्त्वम् अस्ति यस्य सन्तुलनम् अवशिष्टम् अस्ति।

लौहस्य परमाणवः	अभिकारकेषु	उत्पादेषु
(i) प्रारम्भे	1(Fe मध्ये)	3 (Fe3O4 मध्ये)
(ii) सन्तुलनस्य कृते	1 x 3	3

Fe इत्स्य सन्तुलनाय वामतः वयं Fe 3 इत्यस्य परमाणून् स्वीकुर्मः।

$$3\ Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\ H_2 \qquad (1.8)$$

चरणम् 6 - अन्ते एतस्य सन्तुलितसमीकरणस्य परीक्षणाय वयं समीकरणे उभयतः स्थितानां तत्त्वानां परमाणूनां संख्यां गणयामः।

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\ H_2 \qquad (1.9)$$

(सन्तुलितं समीकरणम्)

(1.9) समीकरणे उभयतः स्थितानां तत्त्वानां परमाणूनां संख्या समाना अस्ति। अतः एतत् समीकरणम् अधुना सन्तुलितम् अस्ति। रासायनिकसमीकरणानि सन्तुलितानि कर्तुम् एषः विधिः "मारणं तथा च परीक्षणम्"(hit and trial) कथ्यते। यतोहि अतीव लघुपूर्णाङ्कसंख्यायाः गुणाङ्कस्य उपयोगं कृत्वा समीकरणं सन्तुलितं कर्तुं प्रयत्नं कुर्मः।

चरणम् 7 भौतिक-अवस्थानां सङ्केतलेखनम् - उपरि लिखितस्य सन्तुलितसमीकरणस्य परीक्षणं सावधानतया कुर्वन्तु। एतेन समीकरणेन अस्माकम् अभिकरणानां तथा च उत्पादानां भौतिक-अवस्थायाः विषयेऽपि ज्ञानं भवति? एतस्मिन् समीकरणे तासां भौतिक-अवस्थानां कापि सूचना नास्ति।

रासायनिकं समीकरणम् अधिकं सूचनापूर्णं कर्तुम् अभिकारकाणां तथा च उत्पादानां रासायनिकसूत्रेण सह तेषां भौतिक-अवस्था अपि दर्श्यते। अभिकारकाणाम् उत्पादानां वातीया द्रवीया जलीया तथा च सघन-अवस्था क्रमशः (g),(1), (aq) तथा च (s) माध्यमेन दर्श्यते। अभिकारकम् अथवा उत्पादः यदा जले मिश्रणरूपेण उपस्थितः भवति तदा वयं (aq) लिखामः।

अधुना सन्तुलितं समीकरणम् (1.9) एवं प्रकारेण भविष्यति -

$$3\ Fe(s) + 4H2O\ (g) \longrightarrow Fe3O4\ (s) + 4\ H2\ (g) \qquad (1.10)$$

ध्यानं ददतु (1.10) समीकरणे H_2O इत्यनेन सह (g) चिह्नस्य उपयोगः कृतः। एतत् दर्शयति यत् एतस्याम् अभिक्रियायां जलस्य उपयोगः वाष्परूपेण कृतः अस्ति।

प्रायः प्रत्येकं रासायनिकसमीकरणे भौतिक-अवस्था न सम्मेल्यते, यावत् पर्यन्तम् एतत् आवश्यकं न स्यात्।

यदा कदा अभिक्रियायाः परिस्थितयः यथा - तापः, पीडनं, उत्प्रेरकम् इत्यादयः अपि बाणचिह्नस्य उपरि अथवा अधः दर्श्यन्ते। यथा -

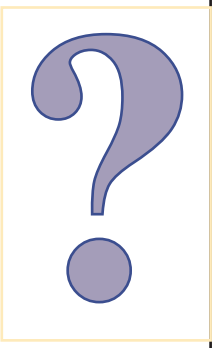
$$CO(g)+2H2(g) \xrightarrow{340atm} CH3OH(1) \qquad (1.11)$$

$$6CO_2\,(aq) + 12H_2O\,(1) \xrightarrow[\text{पर्णशादः}]{\text{सूर्यप्रकाशः}} \underset{\text{(द्राक्षशर्करा)}}{C_6H_{12}O_6\,(aq)} + 6O_2\,(aq) + 6H_2O\,(1) \qquad (1.12)$$

एतेन एव प्रकारेण भवन्तः पुस्तके दत्तं (1.12) समीकरणं सन्तुलितं कर्तुं शक्नुवन्ति वा?

प्रश्नाः

1. वायौ ज्वालनात् पूर्वं भ्राजातुपट्टबन्धः किमर्थं स्वच्छीक्रियते?
2. निम्नलिखितरासायनिकस्य अभिक्रियार्थं सन्तुलितं समीकरणं लिखन्तु -
   (I) उदजनम् + नीरजी ⟶ उदजननीरेयम्
   (II) हरिजानीरेयम् + स्फटयातुशुल्बीयम् ⟶ हरिजाशुल्बीयम् + स्फटयातुनीरेयम्
   (III) विक्षारः+ नीरम् ⟶ विक्षार-उदजारेयम् + उदजनम्
3. निम्नलिखितानाम् अभिक्रियार्थं तासाम् अवस्थानां सङ्केतैः सह सन्तुलितं रासायनिकं समीकरणं लिखन्तु -
   (I) जले हरिजानीरेयस्य तथा च विक्षारशुल्बीयस्य विलयनम् अभिक्रियां कृत्वा विक्षारनीरेयस्य विलयनं तथा च अविलयशीलस्य हरिजाशुल्बीयस्य अवक्षेपान् निर्माति।
   (II) विक्षार-उदजारेयस्य विलयनं (जले) हाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य विलयनेन सह (जले) अभिक्रियां कृत्वा विक्षारनीरेयस्य विलयनं तथा च जलं निर्माति।



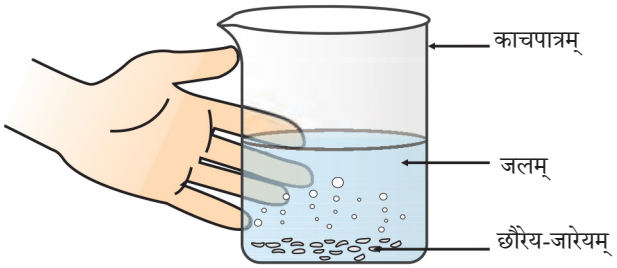
1.2 रासायनिक-अभिक्रियाणां प्रकाराः

नवमकक्षायां वयम् अधीतवन्तः यत् रासायनिकक्रियायाः समये कस्यचित् एकस्य तत्त्वस्य परमाणुः अन्यतत्त्वस्य परमाणौ न परिवर्तते। नैव च कश्चित् परमाणुः मिश्रणात् बहिः गच्छति तथा च बहिर्भागात् मिश्रणे आगच्छति। वस्तुतः कस्याञ्चित् अपि रासायनिक- अभिक्रियायां परमाणूनां परस्परं सम्बन्धस्य विच्छेदेन तथा च योजनेन नवीनपदार्थानां निर्माणं भवति। परमाणूमां मध्ये विविध-आबन्धविषये भवन्तः तृतीये तथा च चतुर्थे अध्याये अध्ययनं करिष्यन्ति।

1.2.1 संयोजन-अभिक्रिया

क्रियाकलापः1.4

- एकस्मिन् काचपात्रे किञ्चित् छौरेयजारेयं तथा च शान्तछुरां स्वीकुर्वन्तु।
- एतस्मिन् मन्दं मन्दं जलं मेलयन्तु।
- अधुना काचपात्रं स्पृशन्तु यथा 1.3 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- किम् एतस्य तापे किमपि परिवर्तनं जातम् ?



चित्रम् 1.3
जलेन सह छौरेय-जारेयस्य अभिक्रियया शान्त-छुरायाः निर्माणम्

छौरेयजारेयं जलेन सह तीव्रतया अभिक्रियां कृत्वा शान्तछौरेय-उदजारेयस्य निर्माणं कृत्वा अधिकमात्रायाम् ऊष्म-उत्पादनं करोति।

$CaO\ (s) + H_2O\ (1) \longrightarrow Ca(OH)_2\ (aq)$ (1.13)

(अशान्तछुरा) (शान्तछुरा)

एतस्याम् अभिक्रियायां छौरेयजारेयं तथा च जलं मिलित्वा एकल-उत्पादं छौरेय-उदजारेयं निर्माति। एतादृशी अभिक्रिया यस्यां द्वयम् अथवा बहूनि अभिकारकाणि मिलित्वा एकल-उत्पादस्य निर्माणं कुर्वन्ति सा संयोजन-अभिक्रिया कथ्यते।

किं भवन्तः जानन्ति?

उपर्युक्त-अभिक्रियायां निर्मितशान्तछुरायाः विलयनस्य उपयोगः भित्तीनां धवलीकरणाय क्रियते। छौरेयजारेयं वायौ उपस्थितेन अङ्गाराम्लवायुना सह मन्दगत्या अभिक्रियां कृत्वा भित्तिषु छौरेयप्राङ्गारीयस्य कञ्चन कृशं स्तरं निर्माति। धवलीकरणस्य द्वित्रदिनानन्तरं छौरेयप्राङ्गारीयस्य निर्माणं भवति एतेन भित्तिषु दीप्तिः आगच्छति। रोचकविषयः एषः अस्ति यत् राजाश्मनः सूत्रम् अपि CaCO3 एव अस्ति।

$Ca(OH)2(aq) + CO2(g) \longrightarrow CaCO3(s)+H2O(1)$ (1.14)

(छौरेय-उदजारेयम्) (छौरेयम्) (प्राङ्गारीयम्)

आगच्छन्तु , संयोजन-अभिक्रियायाः इतोऽपि केषाञ्चन उदाहरणानाम् उपरि चर्चां कुर्मः। (I)

अङ्गारस्य दहनम्

$C(s) + O_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g)$ (1.15)

(II) $H_2\ (g)$ तथा च $O_2\ (g)$ द्वारा जलस्य निर्माणम्

$2H_2\ (g) + O_2\ (g) \longrightarrow 2H_2O\ (1)$ (1.16)

सरलशब्देषु वयं वक्तुं शक्नुमः यत् यदा द्वौ अथवा बहवः पदार्थाः (तत्त्वानि अथवा यौगिकानि) संयोगं कृत्वा एकल-उत्पादस्य निर्माणं कुर्वन्ति तदा एतादृशी अभिक्रिया **संयोजन-अभिक्रिया** कथ्यते।

1.4 क्रियाकलापे वयम् एतत् अपि दृष्टवन्तः यत् अधिकपरिमाणेन ऊष्मा उत्पन्ना अभवत्। एतेन अभिक्रियामिश्रणम् उष्णीभवति। यासु अभिक्रियासु उत्पादस्य निर्माणेन सह ऊष्मा अपि उत्पन्ना भवति ताः **ऊष्मक्षेपिरासायनिक-अभिक्रियाः** कथ्यन्ते।

ऊष्मक्षेपि-अभिक्रियाणां कानिचित् अन्यानि उदाहरणानि सन्ति -

(i) प्राकृतिकवातस्य दहनम्;

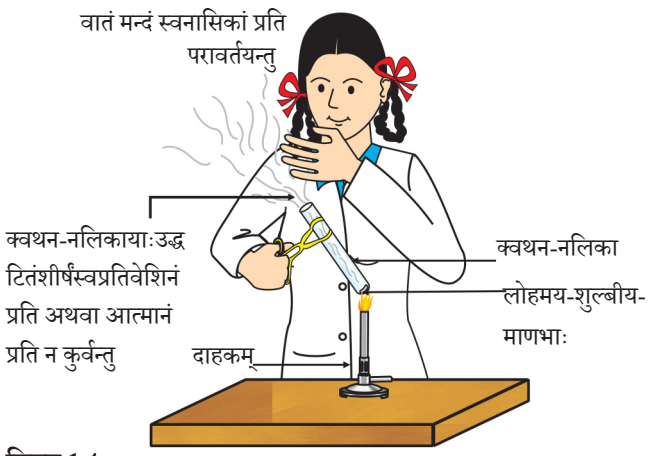
$CH_4\ (g) + 2O_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (g) +$ ऊर्जा (1.17)

(ii) किं भवन्तः जानन्ति यत् श्वसनं काचित् ऊष्मक्षेपि-अभिक्रिया अस्ति?

वयं सर्वे जानीमः यत् जीवितुम् अस्माकं कृते ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। एषा ऊर्जा अस्माभिः भोजनात् प्राप्यते। पाचनक्रियायाः समये खाद्यपदार्थाः लघुषु खण्डेषु विभक्ताः भवन्ति। यथा तण्डुलेषु , आलुकेषु , मृदुरोटिकासु च (कार्बोहाइड्रेट) भवति। एतस्य कार्बोहाइड्रेट इत्यस्य त्रोटनात् द्राक्षशर्करा प्राप्यते। एषा द्राक्षशर्करा अस्माकं शरीरस्य कोशिकासु उपस्थितप्राणवायुना सह मिलित्वा अस्माकं कृते ऊर्जां प्रददाति। एतस्याः अभिक्रियायाः विशिष्टं नाम श्वसनम् अस्ति यस्य अध्ययनं भवन्तः षष्ठे अध्याये करिष्यन्ति।

$C6H12O6\ (aq) + 6O2\ (aq) \longrightarrow 6CO2\ (aq) + 6H2O\ (1) +$ ऊर्जा (1.18) द्राक्षशर्करा

(iii) शाकानि (वनस्पतिद्रव्याणि) विघटितानि भूत्वा कम्पोस्तीभवनम् अपि ऊष्मक्षेपि- अभिक्रियायाः एव उदाहरणम् अस्ति।



चित्रम् 1.4

लोहमय-शुल्बीयं माणभवत्याः परीक्षण-नलिकायाः उष्णीकरणस्य तथा च गन्ध-घ्राणस्य समीचीनः विधिः

1.1 क्रियाकलापे दत्तायाः अभिक्रियायाः प्रकारं परिचिन्वन्तु यस्मिन् एकल-उत्पादेन सह ऊष्मा उत्पद्यते।

1.2.2 वियोजन-अभिक्रिया (अपघटनम्)

क्रियाकलापः 1.5

- कस्याञ्चित् शुष्कक्वथननलिकायां 2 g लोहमय-शुल्बीयमाणभं स्वीकुर्वन्तु।
- लोहमयशुल्बीयमाणभवर्णे अवधानं कुर्वन्तु।
- क्वथननलिकां दाहके अथवा भावदीपस्य ज्वालायाम् उष्णीकुर्वन्तु , यथा 1.4 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- उष्णीकरणानन्तरं माणभस्य वर्णं पश्यन्तु।

किं भवन्तः अवधानं कृतवन्तः यत् अञ्जनशुल्बीयमाणभवर्णे परिवर्तनम् आगतम्? गन्धकस्य दहनेन उत्पन्नम् अभिलाक्षणिकं (विशिष्टं) गन्धम् अपि भवन्तः घ्रातुं शक्नुवन्ति।

$$2FeSO_4\,(s) \xrightarrow{\text{(ऊष्मा)}} Fe_2O_3\,(s) + SO_2\,(g) + SO_3\,(g) \qquad (1.19)$$

(लोहमयशुल्बीयं) (मण्डूर जारेयम्)

भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् एतस्याम् अभिक्रियायाम् एकल-अभिकर्मकं विच्छिन्नं भूत्वा लघु लघु उत्पादं प्रददाति। एषा काचित् वियोजन-अभिक्रिया अस्ति। उष्णीकरणानन्तरं लोहमयशुल्बीयस्य (Fe_SO4.7H2O) माणभः जलं त्यजति तथा च माणभस्य वर्णः परिवर्तते। एतदनन्तरं मण्डूरजारेयं (Fe2O3), गन्धक-अम्लवायुः (SO2) तथा च गन्धक ट्राइ-ऑक्साइड (SO3) वियोजितं भवति। मण्डूरजारेयं सघनम् अस्ति यद्यपि SO2 तथा च SO3 वाताः सन्ति।

ऊष्मादानेन छौरेयप्राङ्गारीयस्य छौरेयजारेये तथा च अङ्गाराम्लवायौ वियोजनं काचित् प्रमुखवियोजन-अभिक्रिया अस्ति यस्याः उपयोगः विभिन्न-उद्योगेषु भवति। छौरेयजारेयं छुरा अथवा अशान्तछुरा कथ्यते। एतस्य बहुषु उपयोगेषु एकः उपयोगः वज्रचूर्णस्य निर्माणे भवति। ऊष्मद्वारा कृता वियोजन-अभिक्रिया ऊष्मीयवियोजनं कथ्यते।

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{(ऊष्मा)}} CaO\,(s) + CO_2\,(g) \qquad (1.20)$$

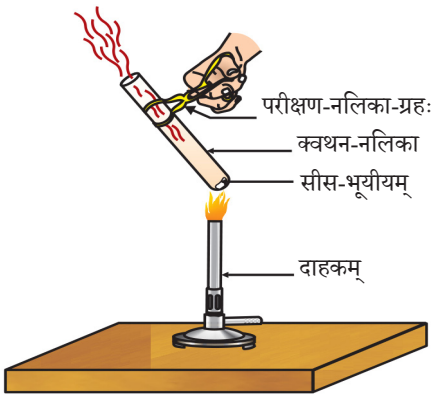
(छुराप्रस्तरः) (शान्तछुरा)

ऊष्मीयवियोजन-अभिक्रियायाः किञ्चन अन्यत् उदाहरणं 1.6 क्रियाकलापे दर्शितम् अस्ति।

क्रियाकलापः 1.6

- एकस्यां क्वथननलिकायां 2 G सीसभूयीयस्य चूर्णं स्वीकुर्वन्तु।
- सन्दंशेन क्वथननलिकां धृत्वा ज्वालायाः उपरि स्थापयित्वा उष्णीकुर्वन्तु यथा 1.5 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- भवद्भिः किं दृष्टम्? यदि किमपि परिवर्तनं जातम् अस्ति तर्हि तस्य टिप्पणीं कुर्वन्तु।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् कपिशवर्णीयः धूमः उत्सर्जितः भवति। एषः भूयाति-अम्लवायोः (NO2) धूमः अस्ति। एषा अभिक्रिया एवं प्रकारेण भवति -



चित्रम् 1.5

सीस-भूयीयस्य तापनं तथा च भूयाति-अम्लवायोः उत्सर्जनम्

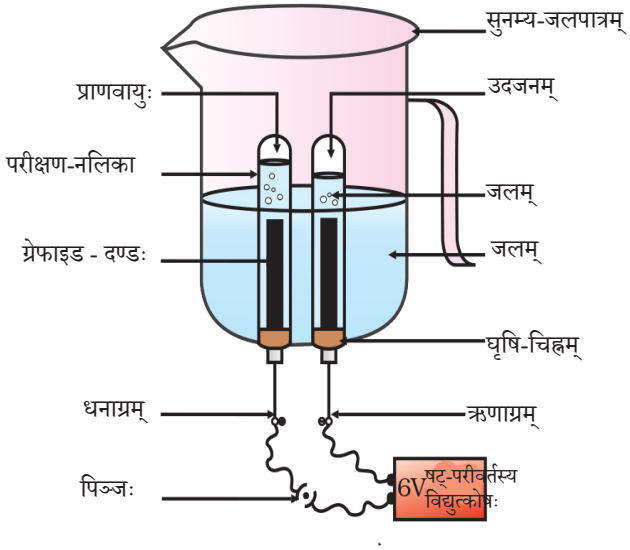
$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{(तापनम्)}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$ (1.21)

(सीसभूयीयम्) (सीसजारेयम्) (भूयाति-अम्लवायुः) (प्राणवायुः)

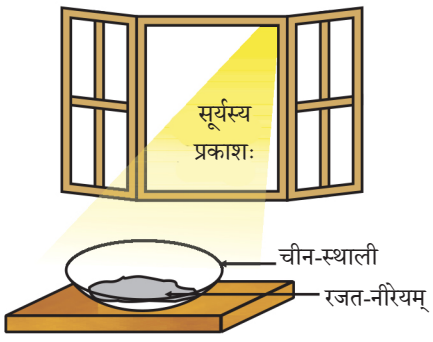
आगच्छन्तु 1.7 तथा च 1.8 क्रियाकलापे दत्ताः काश्चन अपघटन-अभिक्रियाः कुर्मः।

क्रियाकलापः 1.7

- किञ्चन सुनम्यजलपात्रं स्वीकुर्वन्तु। अस्य तले छिद्रद्वयं कृत्वा एतस्मिन् घृषि- अवकीलकं स्थापयन्तु। एतयोः द्वयोः छिद्रयोः कौकिलीयविद्युदग्रं स्थापयन्तु यथा 1.6 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- एतानि विद्युदग्राणि 6 परीवर्तस्य विद्युत्कोषेण सह योजयन्तु।
- जलपात्रे एतावत् जलं स्थापयन्तु यत् विद्युदग्राणि एतस्मिन् निमज्जितानि भवेयुः। जले सूक्ष्मगन्धकीय-अम्लस्य कांश्चित् बिन्दून् स्थापयन्तु।
- जलेन पूर्णे द्वे अंशाङ्किते परीक्षणनलिके द्वयोः कौकिलीयविद्युदग्रयोः उपरि परिवर्त्य स्थापयन्तु।
- अधुना विद्युद्धारां प्रवाह्य एतत् उपकरणं किञ्चित् कालपर्यन्तं त्यजन्तु।
- द्वयोः विद्युदग्रयोः उपरि बुद्बुदनिर्माणं भवन्तः द्रक्ष्यन्ति। एते बुद्बुदाः अंशाङ्कितनलिकातः जलं विस्थापयन्ति।
- किं द्वयोः परीक्षणनलिकयोः एकत्र कृतस्य वातस्य आयतनं समानम् अस्ति?
- यदा परीक्षणनलिकाद्वयं वातेन पूर्णं भवति तदा तत् सावधानतया अपसारयन्तु।
- काञ्चित् ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां द्वयोः परीक्षणनलिकयोः मुखस्य उपरि आनीय एतेषां वातानां परीक्षणं कुर्वन्तु।
- सावधानता - एतत् चरणं शिक्षकेण सावधानपूर्वकं कर्त्तव्यम्।
- स्थितिद्वये किं भवति?
- द्वयोः परीक्षणनलिकयोः कः वातः उपस्थितः अस्ति?



चित्रम् 1.6 जलस्य वैद्युत-अपघटनम्



चित्रम् 1.7
सूर्यस्य प्रकाशे रजत-नीरयं कपिश-वर्णीयं भूत्वा रजत-धातुः निर्मितः भवति

क्रियाकलापः 1.8

- चीनस्थाल्यां 2 g रजतनीरयं स्वीकुर्वन्तु।
- एतस्य वर्णः कः?
- एतां चीनस्थालीं किञ्चित्कालं सूर्यप्रकाशे स्थापयन्तु (चित्रं1.7)।
- किञ्चित्कालानन्तरं रजतनीरयस्य वर्णं पश्यन्तु।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् सूर्यप्रकाशे श्वेतवर्णीयं रजतनीरयं कपिशवर्णीयं भवति। प्रकाशस्य उपस्थितौ रजतनीरयस्य रजते तथा च नीरज्यां वियोजनकारणेन एवं प्रकारेण भवति।

$2AgCl(s) \xrightarrow{\text{(सूर्यप्रकाशः)}} 2Ag(s) + Cl2(g)$

रजतपिष्टोक्तिः अपि एतादृशीम् अभिक्रियां करोति।

$2AgBr(s) \xrightarrow{\text{(सूर्यप्रकाशः)}} 2Ag(s) + Br2(g)$

उपरि दत्तायाः अभिक्रियायाः उपयोगः श्वेतश्यामे छायाचित्रे क्रियते। कीदृश-

ऊर्जायाः कारणेन एषा वियोजन-अभिक्रिया भवति?

वयं दृष्टवन्तः यत् वियोजन-अभिक्रियायाम् अभिकारकाणां त्रोटनाय ऊष्मायाः, प्रकाशस्य अथवा विद्युतः ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। यासु अभिक्रियासु ऊर्जा अवशोषिता भवति ताः ऊष्माशोषि-अभिक्रियाः कथ्यन्ते।

निम्नलिखितं क्रियाकलापं कुर्वन्तु

कस्याञ्चित् परीक्षणनलिकायां प्रायः 2 g हरिजा-उदजारेयं स्वीकुर्वन्तु। एतस्मिन् 1 g अञ्जननीरेयं स्थापयित्वा काचदण्डेन मेलयन्तु। स्वकरतलेन परीक्षणनलिकायाः अधोभागं स्पृशन्तु। भवन्तः कथम् अनुभवन्ति? किम् एषा अभिक्रिया ऊष्मक्षेपिणी अथवा ऊष्मशोषिणी अस्ति?

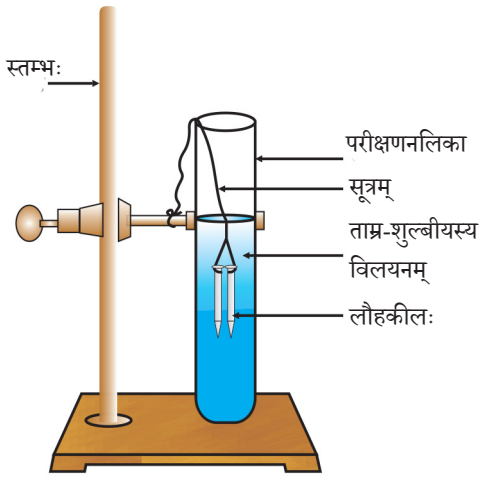
प्रश्नाः

1. कस्यचित् पदार्थस्य 'X' इत्यस्य विलयनस्य उपयोगः धवलीकरणाय भवति।
   (i) 'X' पदार्थस्य नाम तथा च सूत्रं लिखन्तु।
   (ii) उपरि (i) मध्ये लिखितस्य 'X' पदार्थस्य जलेन सह अभिक्रियां लिखन्तु।
2. 1.7 क्रियाकलापे एकस्यां परीक्षणनलिकायाम् एकत्र कृतस्य वातस्य मात्रा अन्यस्याः अपेक्षया द्विगुणिता किमर्थम् अस्ति? तस्य वातस्य नाम लिखन्तु।

1.2.3 विस्थापन-अभिक्रिया

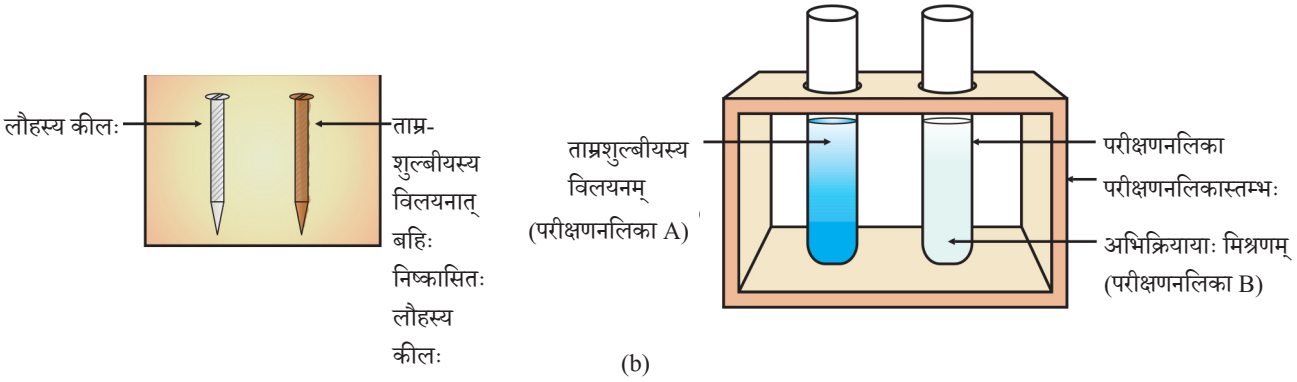
क्रियाकलापः 1.9

- लौहस्य त्रीन् कीलान् स्वीकुर्वन्तु तथा च तान् सिकतापत्रेण घर्षित्वा स्वच्छीकुर्वन्तु।
- (A) तथा च (B) इत्यनेन चिह्नितं परीक्षणनलिकाद्वयं स्वीकुर्वन्तु। प्रत्येकं परीक्षणनलिकायां 10 ml ताम्रशुल्बीयस्य विलयनं स्वीकुर्वन्तु।
- कीलद्वयस्य सूत्रेण बन्धनं कृत्वा सावधानीपूर्वकं परीक्षणनलिकां (B) ताम्रशुल्बीयस्य विलयने प्रायः 20 निमेषपर्यन्तं निमज्य स्थापयन्तु (चित्रम् 1.8 a)। तुलनां कर्तुम् एकं कीलं पृथक् स्थापयन्तु।
- 20 निमेषानन्तरं कीलद्वयं ताम्रशुल्बीयस्य विलयनात् बहिः निष्कासयन्तु।
- (A) तथा च (B) परीक्षणनलिकायां ताम्रशुल्बीयस्य विलयनस्य नीलवर्णस्य तीव्रतायाः तुलनां कुर्वन्तु (1.8 b चित्रम्)।
- ताम्रशुल्बीयस्य विलयने निमज्जितानां कीलानां वर्णस्य तुलनां बहिः स्थापितकीलैः सह कुर्वन्तु (1.8 b चित्रम्)।



(a)

चित्रम् 1.8 (a)
ताम्र-शुल्बीयस्य विलयने निमज्जिताः लौहकीलाः



चित्रम्1.8 (b) प्रयोगात् पूर्वं तथा च प्रयोगानन्तरं लौहकीलस्य तथा च ताम्रशुल्बीयस्य विलयनस्य तुलना

लौहकीलस्य वर्णः किमर्थं कपिशः अभवत् तथा च ताम्रशुल्बीयस्य विलयनस्य नीलवर्णः किमर्थं मलिनः अभवत्?

एतस्मिन् क्रियाकलापे निम्नलिखित-अभिक्रिया अभवत् -

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.24)$$

(ताम्रशुल्बीयं) (लौहशुल्बीयं)

एतस्याम् अभिक्रियायां लौहः द्वितीयं तत्त्वं ताम्रं ताम्रशुल्बीयस्य विलयनात् विस्थापितवान् अथवा अपसारितवान्। एषा अभिक्रिया विस्थापन-अभिक्रिया कथ्यते।

विस्थापन-अभिक्रियायाः कानिचित् अन्यानि उदाहरणानि -

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.25)$$

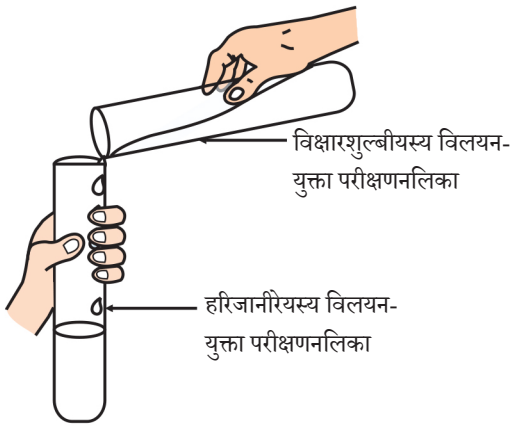
ताम्रशुल्बीयम् (कुप्यातुशुल्बीयम्)

$$Pb(s) + CuCl_2(aq) \longrightarrow PbCl_2(aq) + Cu(s) \quad (1.26)$$

(ताम्रनीरियम्) (सीसनीरियम्)

कुप्यातुः तथा च सीसं ताम्रस्य अपेक्षया अधिकक्रियाशीलतत्त्वम् अस्ति। तत् ताम्रं तस्य यौगिकात् विस्थापयति।

1.2.4 द्विविस्थापन-अभिक्रिया



चित्रम् 1.9
हरिजाशुल्बीयस्य तथा च विक्षारनीरेयस्य निर्माणम्

क्रियाकलापः 1.10

- एकस्यां परीक्षणनलिकायां 3 ml विक्षारशुल्बीयस्य विलयनं स्वीकुर्वन्तु।
- कस्याञ्चित् अन्यस्यां परीक्षणनलिकायां 3ml हरिजानीरेयं स्वीकुर्वन्तु।
- उभयं मिश्रणं मेलयन्तु (चित्रम् 1.9)।
- भवन्तः किं दृष्टवन्तः?

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् श्वेतवर्णीयस्य कस्यचित् पदार्थस्य निर्माणं भवति यः जले अविलेयः अस्ति। एषः अविलेयपदार्थः अवक्षेपः कथ्यते। यस्याम् अभिक्रियायाम् अवक्षेपस्य निर्माणं भवति सा अवक्षेपण-अभिक्रिया कथ्यते।

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2NaCl(aq) \quad (1.27)$$

(विक्षारशु ल्बीयम्) (हरिजा नीरेयम्) (हरिजा शुल्बीयम्) (विक्षार नीरेयम्)

एवं किमर्थं भवति? Ba^{2+} तथा च SO^{2-}_4 इत्यस्य अभिक्रियया $BaSO_4$ इत्यस्य अवक्षेपस्य निर्माणं भवति। कश्चित् अन्यः उत्पादः विक्षारनीरेयस्य अपि निर्माणं भवति यः विलयने एव अवशिष्टः भवति। ताः अभिक्रियाः यासु अभिकारकाणां मध्ये आयनानाम् आदानप्रदानं भवति ताः **द्विविस्थापन-अभिक्रियाः** कथ्यन्ते।

1.2 क्रियाकलापे ध्यानं ददतु यस्मिन् भवन्तः सीसस्य **(II)** भूयीयस्य तथा च दहातुजम्बेयस्य विलयनानि मिश्रितवन्तः आसन्।

(i) अवक्षेपः कः वर्णीयः आसीत्? किं भवन्तः अवक्षिप्तस्य यौगिकस्य नाम वक्तुं शक्नुवन्ति?

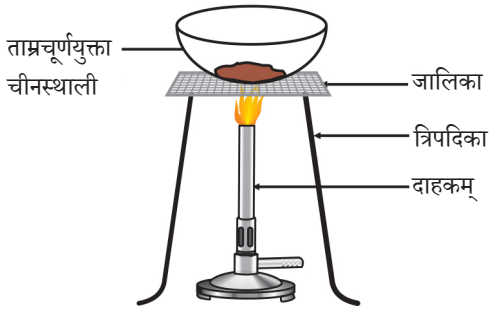
(ii) एतस्याः अभिक्रियायाः कृते सन्तुलितं रासायनिकसमीकरणं लिखन्तु।

(iii) किम् एषा अपि द्विविस्थापन-अभिक्रिया अस्ति?

1.2.5 उपचयनं तथा च अपचयनम्

क्रियाकलापः1.11

- चीनस्थाल्यां 1 g ताम्रचूर्णं स्वीकृत्य तत् उष्णीकुर्वन्तु (चित्रम् 1.10)।
- भवन्तः किं दृष्टवन्तः?



चित्रम् 1.10 ताम्रस्य ताम्रजारेये उपचयनम्

ताम्रचूर्णस्य तले ताम्रजारेयस्य (II)कृष्णः स्तरः आवृतः भवति। एषः कृष्णपदार्थः किमर्थं निर्मितः? एतत् ताम्रजारेयं ताम्रे प्राणवायोः योगेन निर्मितम् अस्ति।

$$2Cu+O_2 \xrightarrow{\text{तापनम्}} 2CuO \quad (1.28)$$

यदि एतस्य (CuO) इति उष्णपदार्थस्य उपरि उदजनवातः प्रवाहितः भवति तर्हि तलस्य कृष्णस्तरः कपिशवर्णीयः भवति यतोहि एतस्यां स्थितौ विपरीत-अभिक्रिया सम्पन्ना भवति तथा च ताम्रं प्राप्तं भवति।

$$CuO+H_2 \xrightarrow{\text{तापनम्}} Cu+H_2O \quad (1.29)$$

अभिक्रियायाः समये यदा कस्मिंश्चित् पदार्थे प्राणवायोः वृद्धिः भवति तदा कथयन्ति यत् तस्य उपचयनम् अभवत्। तथा च यदा अभिक्रियायां कस्मिंश्चित् पदार्थे प्राणवायोः ह्रासः भवति तदा कथयन्ति यत् तस्य अपचयनम् अभवत्।

(1.29) अभिक्रियायां ताम्रजारेये (II) प्राणवायोः ह्रासः भवति अतः एतत् अपचयितम् अभवत्। उदजने प्राणवायोः वृद्धिः भवति अतः एतत् उपचयितम् अभवत्। अर्थात् कस्याञ्चित् अभिक्रियायाम् एकम् अभिकारकम् उपचयितं तथा च द्वितीयम् अभिकारकम् अपचयितं भवति। एताः अभिक्रियाः उपचयन-अपचयनानि अथवा **अपचय-उपचय-अभिक्रियाः** कथ्यन्ते।

$$CuO+H_2 \xrightarrow[\text{अपचयनम्}]{\text{उपचयनम्}\ (\text{तापनम्})} Cu+H_2O \quad (1.30)$$

अपचय-उपचय-अभिक्रियायाः कानिचित् अन्यानि उदाहरणानि -

$ZnO+C \rightarrow Zn+CO$ (1.31)

$MnO_2+4HCl \rightarrow MnCl_2+Cl_2$ (1.32)

(1.31) अभिक्रियायां कौकिलीयम् अपचयितं भूत्वा CO तथा च ZnO अपचयितं भूत्वा Zn निर्मितं भवति।

(1.32) अभिक्रियायां HCl, Cl2 मध्ये उपचयितं भवति तथा च MnO2 , MnCl2 मध्ये अपचयितम् अभवत्।

उपर्युक्त-उदाहरणानाम् आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् यदि कस्याञ्चित् अभिक्रियायां पदार्थस्य उपचयनं तदा भवति यदा तस्मिन् प्राणवायोः वृद्धिः अथवा उदजनस्य ह्रासः भवति। पदार्थस्य अपचयनं तदा भवति यदा तस्मिन् प्राणवायोः ह्रासः अथवा उदजनस्य वृद्धिः भवति।

क्रियाकलापे 1.1 ध्यानं ददतु यस्मिन् कयाचित् देदीप्यमानज्वालया सह भ्राजातुपट्टबन्धस्य वायौ (प्राणवायौ) दहनं भवति तथा च एषः श्वेतपदार्थः भ्राजातुजारेये परिवर्तितः भवति। एतस्याम् अभिक्रियायां भ्राजातोः उपचयनं भवति अथवा अपचयनम्?

1.3 किं भवन्तः दैनिकजीवने उपचयन-अभिक्रियाणां प्रभावान् दृष्टवन्तः?

1.3.1 संक्षारणम्

भवन्तः अवश्यं दृष्टवन्तः स्युः यत् लौहनिर्मितानि वस्तूनि दीप्तिमयानि भवन्ति किन्तु किञ्चित् समयानन्तरं तेषु पिङ्गलयुक्तस्य धूसरवर्णस्य स्तरः आवृतः भवति। प्रायः एषा प्रक्रिया लौहस्य उपरि अयोमलं कथ्यते। केषुचित् अन्यधातुषु अपि एवमेव परिवर्तनं भवति। किं भवद्भिः रजतस्य तथा च ताम्रस्य उपरि स्थाप्यमानस्य स्तरस्य वर्णे ध्यानं दत्तम्? यदा कश्चन धातुः आत्मानं परितः अम्लस्य अथवा आर्द्रतादीनां सम्पर्के भवति तदा एतानि संक्षारितानि भवन्ति तथा च एषा प्रक्रिया **संक्षारणं** कथ्यते। रजतस्य उपरि कृष्णस्तरस्य तथा च ताम्रस्य उपरि हरितस्तरस्य आरोपणं संक्षारणस्य अन्यानि उदाहरणानि सन्ति।

संक्षारणस्य कारणेन कारयानस्य आकारः, सेतुः, लौहस्य स्तम्भकरः , नौका तथा च धातुः, विशेषरूपेण लौहनिर्मितवस्तूनां महती क्षतिः भवति। लौहस्य संक्षारणम् काचित् गभीरसमस्या अस्ति। क्षतिग्रस्तलौहस्य परिवर्तने प्रतिवर्षं बहु धनं व्ययीभवति। तृतीये अध्याये भवन्तः संक्षारणविषये अधिकसूचनां प्राप्स्यन्ति।

1.3.2 विकृतगन्धिता

वसायुक्ता अथवा तैलीयखाद्यसामग्री यदा बहुकालं यावत् स्थापिता भवति तदा तस्याः स्वादः अथवा गन्धः कथं भवति?

उपचयित-अनन्तरं तैलं तथा च वसा विकृतगन्धिनी भवति तथा च तस्याः स्वादः गन्धः च परिवर्तते। प्रायः तैलीयाषु तथा च वसायुक्तखाद्यसामग्रीषु उपचयनस्य अवरोधकाः पदार्थाः मेल्यन्ते। वायुरोधिपात्रेषु खाद्यसामग्र्याः स्थापनेन उपचयनगतिः मन्दा भवति। किं भवन्तः जानन्ति यत् आलुकस्य खण्डानां निर्मातारः खण्डस्यूतात् प्राणवायुम् अपसार्य तस्मिन् भूयातिसदृशेन न्यूनसक्रियवातेन योजयन्ति यतः खण्डानाम् उपचयनं न भवेत्।

प्रश्नाः

1 यदा लौहस्य कीलः ताम्रशुबीयस्य विलयने निमज्ज्यते तदा विलयनस्य वर्णः किमर्थं परिवर्तते ?

2 1.10 क्रियाकलापात् भिन्नं द्विविस्थापन-अभिक्रियायाः किञ्चन उदाहरणं ददतु।

3 निम्न-अभिक्रियासु उपचयितानां तथा च अपचयितपदार्थानां परिचयं कुर्वन्तु -

(i) $4Na(s) + O2(g) \rightarrow 2Na2O(s)$

(ii) $CuO(s) + H2(g) \rightarrow Cu(s) + H2O(l)$

भवद्भिः किं शिक्षितम्

- किञ्चन पूर्णं रासायनिकसमीकरणम् अभिकारकरूपेण उत्पादरूपेण तथा च प्रतीकात्मकरूपेण तेषां भौतिक-अवस्थां प्रदर्शयति।
- रासायनिकं समीकरणं सन्तुलितं क्रियते येन समीकरणे अभिकारकं तथा च उत्पादः, उभयत्र रासायनिक-अभिक्रियायां भागग्रहीतुः प्रत्येकं परमाणोः संख्या समाना भवेत्। समीकरणस्य सन्तुलनम् अतीव आवश्यकम् अस्ति।
- संयोजनायाम् अभिक्रियायां द्वौ अथवा बहवः पदार्थाः मिलित्वा कञ्चन नूतनं पदार्थं निर्मान्ति।
- वियोजन-अभिक्रिया संयोजन-अभिक्रियायाः विपरीता भवति। वियोजन-अभिक्रियायाम् एकलपदार्थः वियोजितः भूत्वा द्वौ अथवा बहून् पदार्थान् ददाति।
- यासु अभिक्रियासु उत्पादेन सह ऊष्मायाः अपि उत्सर्जनं भवति ताः ऊष्मक्षेपि-अभिक्रियाः कथ्यन्ते।
- यासु अभिक्रयासु ऊष्मायाः अवशोषणं भवति ताः ऊष्मशोषि-अभिक्रियाः कथ्यन्ते।
- यदा किञ्चन तत्त्वम् अन्यत् तत्त्वं तस्य यौगिकात् विस्थापयति तदा विस्थापन-अभिक्रिया भवति।
- द्विविस्थापन-अभिक्रियायां द्वयोः पृथक् पृथक् परमाण्वोः अथवा परमाणूनां समूहस्य (आयनस्य) परस्परम् आदानप्रदानं भवति।
- अवक्षेपण-अभिक्रियया अविलेयलवणं प्राप्तं भवति।
- अभिक्रियायां पदार्थैः सह प्राणवायोः अथवा उदजनस्य लाभः अथवा ह्रासः अपि भवति। प्राणवायोः लाभः अथवा उदजनवायोः ह्रासः उपचयनम् कथ्यते। प्राणवायोः ह्रासः अथवा उदजनस्य लाभः अपचयनं कथ्यते।

अभ्यासः

1. अधः दत्तायाः अभिक्रियायाः विषये किं कथनम् असत्यम् अस्ति ?

$2PbO(s) + C(s) \rightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$

(a) सीसम् अपचयितं भवति ।

(b) प्राङ्गारद्विजारेयम् उपचयितं भवति।

(c) कौकिलीयम् उपचयितं भवति।

(d) सीसजारेयम् अपचयितं भवति।

(i) (a) तथा च (b)

(ii) (a) तथा च (c)

(iii) (a),(b) तथा च (c)

(iv) सर्वाणि

2. $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

उपरि दत्ता अभिक्रिया कीदृशी अस्ति ;

(a) संयोजन-अभिक्रिया

(b) द्विस्थापन-अभिक्रिया

(c) वियोजन-अभिक्रिया

(d) विस्थापन-अभिक्रिया

3. लौहचूर्णे सूक्ष्महाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य पातनेन किं भवति शुद्ध-उत्तरस्य उपरि चिह्नं करोतु।

(a) उदजनवातः तथा च लौहनीरेयं निर्मीयते।

(b) नीरजीवातः तथा च लौह-उदजारेयं निर्मीयते।

(c) कापि अभिक्रिया न भवति।

(d) लौहः लवणम् तथा च जलं निर्मीयते।

4. सन्तुलितरासायनिकसमीकरणं किम् अस्ति? रासायनिकसमीकरणस्य सन्तुलनं किमर्थम् आवश्यकम् अस्ति ?

5. निम्नकथनानि रासायनिकसमीकरणे परिवर्त्य तानि सन्तुलितानि कुर्वन्तु।

(a) भूयातिः उदजनवाष्पेण संयोगं कृत्वा अमृतक्षारः भवति।

(b) उदजनशुल्बेयवातस्य वायौ दहनेन जलं तथा च गन्धक-अम्लवायुः निर्मीयते।

(c) स्फटयातुशुल्बीयेन सह अभिक्रियां कृत्वा हरिजानीरेयं, स्फटयातुनीरेयस्य तथा च हरिजाशुल्बीयस्य अवक्षेपं ददाति।

(d) दहातुधातुः जलेन सह अभिक्रियां कृत्वा दहातु-उदजारेयं तथा च उदजनवातं ददाति।

6. निम्नरासायनिकसमीकरणानि सन्तुलितानि कुर्वन्तु -

(a) $HNO + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)2 + H_2O$

(b) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

(c) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

(d) $baCl_2 + H2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + HCl$

7. निम्न-अभिक्रियाणां सन्तुलितं रासायनिकसमीकरणं लिखन्तु ;

(a) छौरेय-उदजारेयम् + अङ्गार-अम्लवायुः→छौरेयप्राङ्गारीयम् + जलम्

(b) कुप्यातुः + रजतभूयीयम् → कुप्यातुभूयीयम् + रजतम्

(c) स्फटयातुः + ताम्रनीरेयम् → स्फटयातुनीरेयम् + ताम्रम्

(d) हरिजानीरेयम् + दहातुशुल्बीयम् → हरिजाशुल्बीयम् + दहातुनीरेयम्

8. निम्न-अभिक्रियाणां सन्तुलितं रासायनिकसमीकरणं लिखन्तु तथा च प्रत्येकम् अभिक्रियायाः प्रकारं वदन्तु।

(a) दहातुपिष्टोक्तिः (aq) + हरिजाजम्बेयम् (aq) → दहातुजम्बेयम् (aq) + हरिजापिष्टोक्तिः (s)

(b) कुप्यातुप्राङ्गारीयम् (s) → कुप्यातुजारेयम् (s) + अङ्गार-अम्लवायुः(g)

(c) उदजनम् (g) + नीरजी (g) → उदजननीरेयम् (g)

(d) दहातुः (g) + हाइड्रोक्लोरिक-अम्लः(g) दहातुनीरेयम् (aq) उदजनम् (g)

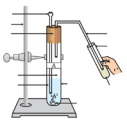
9. ऊष्मक्षेपि-अभिक्रियायाः तथा च ऊष्मशोषि-अभिक्रियायाः अर्थः कः? उदाहरणं ददातु।
10. श्वसनम् ऊष्मक्षेपि-अभिक्रिया किमर्थं कथ्यते? वर्णनं कुर्वन्तु।
11. वियोजन-अभिक्रिया संयोजन-अभिक्रियायाः विपरीता किमर्थं कथ्यते? एतासाम् अभिक्रियाणां कृते समीकरणं लिखन्तु।
12. तासां वियोजन-अभिक्रियाणाम् एकैकं समीकरणं लिखन्तु यस्मिन् ऊष्मायाः, प्रकाशस्य तथा च विद्युतः रूपे ऊर्जाप्रदानं क्रियते।
13. विस्थापनस्य तथा च द्विविस्थापनस्य अभिक्रियासु कः भेदः अस्ति? एतासाम् अभिक्रियाणां समीकरणं लिखन्तु।
14. रजतस्य शोधने, रजतभूयीयस्य विलयनात् रजतं प्राप्तुं ताम्रधातुद्वारा विस्थापनं क्रियते। एतस्याः प्रक्रियायाः कृते अभिक्रियां लिखन्तु।
15. अवक्षेपण-अभिक्रियया भवन्तः किम् अवगच्छन्ति? उदाहरणं दत्त्वा अवबोधयन्तु।
16. प्राणवायोः योगस्य अथवा ह्रासस्य आधारेण निम्नपदानां व्याख्यां कुर्वन्तु। एकैकस्य कृते उदाहरणद्वयं ददातु।
17. किञ्चन कपिशवर्णीयं प्रकाशमानं तत्त्वं 'X' वायोः उपस्थितौ उष्णीकरणेन तत् कृष्णवर्णीयं भवति। एतस्य तत्त्वस्य 'X' तथा च तस्य कृष्णवर्णीययौगिकस्य नाम वदन्तु।
18. लौहस्य वस्तुषु वयं वर्णं किमर्थं लेपयामः?
19. तैलं तथा च वसायुक्तखाद्यपदार्थाः भूयातिद्वारा प्रभाविताः किमर्थं क्रियन्ते?
20. निम्नपदानि वर्णयन्तु तथा च एकैकस्य एकैकम् उदाहरणं ददतु -
    (a) संक्षारणम् (b) विकृतगन्धिता

सामूहिकक्रियाकलापः

निम्नलिखितक्रियाकलापान् कुर्वन्तु -

- चत्वारि काचपात्राणि स्वीकृत्य तानि A,B,C तथा D इत्यनेन चिह्नितानि कुर्वन्तु।
- 'A', 'B', तथा च 'C' इत्यस्मिन् 25 ml जलं स्वीकुर्वन्तु तथा च 'D' इत्यस्मिन् ताम्रशुल्बीयस्य विलयनं स्वीकुर्वन्तु।
- प्रत्येकं काचपात्रे स्थापितस्य द्रवस्य तापमानं मित्वा तस्य टिप्पणीं कुर्वन्तु।
- दहातुशुल्बीयस्य, अञ्जनभूयीयस्य, निर्जलताम्रशुल्बीयस्य तथा च लौहस्य चीवरम् अभ्रिद्वयस्य परिमाणस्य समानं क्रमशः'A', ;B'. 'C' तथा च 'D' काचपात्रे पृथक् पृथक् स्थापयित्वा तत् कम्पयन्तु।
- अन्ते प्रत्येकं मिश्रणस्य तापमानं मित्वा तस्य टिप्पणीं कुर्वन्तु।

परिजानन्तु यत् एतेषु काः अभिक्रियाः ऊष्मक्षेपिण्यः सन्ति तथा च काः ऊष्मशोषिण्यः सन्ति?



द्वितीयः अध्यायः

अम्लः क्षारः लवणं च

भवन्तः गत-कक्ष्यासु अधीतवन्तः स्युः यत् भोजनस्य अम्लः तथा च कटुः स्वादः क्रमशः भोजने विद्यमानस्य अम्लस्य तथा च क्षारस्य कारणेन भवति। यदि भवतां परिवारस्य कश्चन सदस्यः अत्यधिक-भोजन-कारणेन अम्लेन पीडितः भवति तर्हि भवन्तः कीदृशम् उपचारं सूचयिष्यन्ति? जम्बीर-जलं, शुक्तम् अथवा पाकचूर्णस्य विलयनम्?

- उपचारस्य कथन-समये भवन्तः कस्य गुणधर्मस्य अवधानं करिष्यन्ति? भवन्तः जानन्ति यत् अम्लः तथा च क्षारः परस्परं प्रभावं समापयति। भवन्तः अवश्यम् एव एतस्य ज्ञानस्य उपयोगं कृतवन्तः स्युः।
- स्मरन्तु यत् कथं वयम् आस्वादनं विना एव क्षारस्य तथा च कटु-पदार्थस्य परीक्षणं कृतवन्तः आस्म।

भवन्तः जानन्ति यत् अम्लानां स्वादः अम्लः भवति तथा च एषः नील-शेवल-पत्रं रक्तवर्णं करोति। यतोहि क्षारकाणां स्वादः कटुः भवति तथा च एषः रक्त-शेवल-पत्रं नीलं करोति। शेवलं किञ्चन प्राकृतिकं सूचकं भवति। तथा एव हरिद्रा अपि काचित् एतादृशी एव सूचिका अस्ति। किं भवन्तः कदाचित् ध्यानं दत्तवन्तः यत् श्वेत-वस्त्रे संलग्ने शाकस्य कलङ्के यदा क्षारीयं प्राकृतिकं फेनकं घर्षन्ति तदा तस्य कलङ्कस्य वर्णः पिङ्गलः भवति? किन्तु वस्त्रस्य अत्यधिकेन जलेन प्रक्षालन-अनन्तरं तत् पुनः पीतं भवति। अम्लस्य तथा च क्षारस्य परीक्षणाय भवन्तः संश्लेषितं सूचकं यथा मिथाइल-नारङ्गः तथा च फीनॉल्फथेलिन इत्यस्य अपि उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति। अस्मिन् अध्याये वयम् अम्लस्य तथा च क्षारस्य अभिक्रियाणां विषये अध्ययनं करिष्यामः। अस्माभिः सूचना प्राप्स्यते यत् अम्लः तथा च क्षारः कथं परस्परं प्रभावं समापयति। तथा च दैनिक-जीवने प्राप्यमाणानां तथा च उपयुज्यमानानां बहूनां रोचक-वस्तूनां विषयेऽपि वयम् अध्ययनं करिष्यामः।

किं भवन्तः जानन्ति?

शेवल-विलयनं नील-लोहितं रञ्जकं भवति यत् अपुष्पीयस्य पादप-समूहस्य (थैलोफाइटा) शैवाल-पादपात् निष्कास्यते। प्रायः एतत् सूचकम् इव उपयुज्यते। शैवल-विलयनं यदा न अम्लीयं भवति नैव च क्षारीयं तदा एतत् नील-लोहितं भवति। बहवः प्राकृतिक-पदार्थाः, यथा रक्त-पर्ण-शाकम्, हरिद्रा, हाइड्रेञ्जिया, सन्ध्या-मालती तथा च अधिरक्तपीतम् इत्यादीनां केषाञ्चन पुष्पाणां रञ्जित-पुष्प-दलानि कस्मिंश्चित् मिश्रणे अम्लस्य तथा च क्षारस्य उपस्थितिं सूचयन्ति। एते अम्ल-क्षार-सूचकाः अथवा कदाचित् सूचकाः कथ्यन्ते।

प्रश्नाः

1.भवतां कृते तिस्रः परीक्षण-नलिकाः दत्ताः सन्ति। एतासु एकस्याम् आसव-जलं तथा च अवशिष्टयोः द्वयोः एकस्याम् अम्ल-विलयनं तथा च अपरस्यां क्षार-मिश्रणम् अस्ति। यदि भवतां कृते केवलं रक्त-शेवल-पत्रं दीयते तर्हि भवन्तः प्रत्येकं परीक्षण-नलिकायां स्थापितस्य पदार्थस्य परिचयं कथं करिष्यन्ति?

2.1 अम्लस्य तथा च क्षारस्य रासायनिक-गुणधर्माणाम् अवगमनम्

2.1.1 प्रयोग-शालायाम् अम्लः तथा च क्षारः

क्रियाकलापः2.1

- विज्ञानस्य प्रयोगशालातः (हाइड्रोक्लोरिक) (HC1) गन्धकीयम् (H_2SO_4) नाइट्रिक-अम्लं (HNO_3) शौक्त-अम्लं (CH_3COOH) विक्षार-उदजारेयः (NaOH) छौरेय-उदजारेयः ([$Ca[OH)_2D$] दहातु-उदजारेयः (KOH) भ्राजातु-उदजारेयः ([Mg(OH)2]) अञ्जन-उदजारेयः (NH_4OH) इत्येतेषां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु।
- उपरि दत्तस्य प्रत्येकं विलयनस्य एकं बिन्दुं काच-चषके स्थापयन्तु तथा च 2.1 सारण्याः अनुसारं निम्न-लिखितैः सूचकैः तस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।
- रक्त-शेवल-पत्रं, नील-शेवल-पत्रं, फेनॉलफ्थेलियन तथा च मिथाइल-नारङ्गः इत्येतैः विलयनैः सह स्वीकृतस्य विलयनस्य वर्णे कानि-कानि परिवर्तनानि भवन्ति?
- स्वनिरीक्षणं सारण्यां 2.1 लिखन्तु।

सारणी 2.1

विलयन-प्रतिदर्शः,	रक्तशेवल-विलयनम्,	नील-शेवल-विलयनम्,	फीनॉल्फ्थेलिन-विलयनम्,	मिथाइल-नारङ्ग-विलयनम्

वर्णे परिवर्तन-द्वारा एते सूचकाः अस्मान् सूचयन्ति यत् केचन पदार्थाः अम्लाः अथवा क्षाराः सन्ति। केचन एतादृश-पदार्थाः सन्ति येषां गन्धः अम्लीये अथवा क्षारीय-माध्यमे परिवर्तते। एते **गन्धीय -सूचकाः** कथ्यन्ते। आगच्छन्तु एतेषु केषाञ्चन सूचकानां परीक्षणं कुर्मः।

क्रियाकलापः 2.2

- सूक्ष्मं कर्तितं पलाण्डुं तथा च स्वच्छं वस्त्रखण्डम् एकस्मिन् सुनम्य-स्यूते स्वीकुर्वन्तु। स्यूतं दृढं बध्नन्तु तथा च आरात्रं शीतके स्थापयन्तु। अधुना एतस्य वस्त्र-खण्डस्य उपयोगः अम्लस्य तथा च क्षारस्य परीक्षणाय कर्तुं शक्यते।
- एतेभ्यः खण्डद्वयं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्य गन्धस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।
- एतान् स्वच्छतले स्थापयित्वा तस्मात् एकस्मिन् खण्डे सूक्ष्मान् HC1 विलयन-बिन्दून् तथा च अपरस्मिन् सूक्ष्मान् NaOH मिश्रण-बिन्दून् स्थापयन्तु।
- द्वौ खण्डौ जलेन प्रक्षाल्य तयोः गन्धस्य पुनः परीक्षणं कुर्वन्तु।
- स्वप्रेक्षणानि लिखन्तु।
- अधुना किञ्चित् सूक्ष्मं मधुवासं तथा च लवङ्गतैलं स्वीकुर्वन्तु तथा च तयोः गन्धस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।

- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां सूक्ष्मं HC1 विलयनं तथा च अपरस्यां सूक्ष्मं NaOH विलयनं स्वीकुर्वन्तु। द्वयोः सूक्ष्म-मधुवास-सत्वस्य कांश्चित् बिन्दून् स्थापयित्वा तयोः कम्पनं कुर्वन्तु। तस्य गन्धस्य पुनः परीक्षणं कुर्वन्तु। यदि गन्धे परिवर्तनम् अस्ति तर्हि तस्य अभिलेखं कुर्वन्तु।
- एतेन एव प्रकारेण सूक्ष्मं HC1 तथा च सूक्ष्मं NaOH इत्यनेन सह लवङ्ग-तैलस्य गन्धे आगतस्य परिवर्तनस्य परीक्षणं कृत्वा स्वनिरीक्षणस्य प्रेक्षणं लिखन्तु।

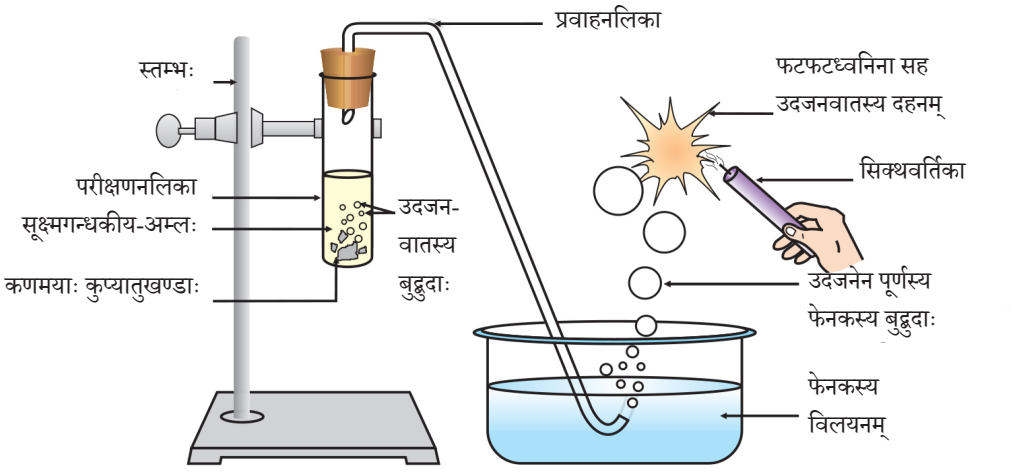
भवतां निरीक्षणस्य आधारेण मधुवासस्य, पलाण्डोः, तथा च लवङ्गस्य तैले कः गन्धीय-सूचकः इव (olfactory) उपयोक्तुं शक्यते।

अम्लस्य तथा च क्षारस्य रासायनिक-गुणधर्माणाम् अवगमनाय आगच्छन्तु कांश्चन अन्यान् क्रियाकलापान् कुर्मः।

2.1.2 अम्लः तथा च क्षारः धातुना सह कथम् अभिक्रियां करोति?

क्रियाकलापः 2.3

- 2.1 चित्रस्य अनुसारेण उपकरणं व्यवस्थितं कुर्वन्तु।
- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां प्रायः 5 ml सूक्ष्मं गन्धकीय-अम्लं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतस्मिन् कणमयान् कुप्यातु-खण्डान् स्थापयन्तु।
- कणमय-कुप्यातोः खण्डतले भवन्तः किं पश्यन्ति?
- उत्सर्जितं वातं फेनकस्य विलयनेन प्रवाहयन्तु।
- फेनकस्य विलयने बुद्बुदाः किमर्थं भवन्ति?
- ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां वातयुक्तस्य बुद्बुदस्य समीपं नयन्तु।
- भवन्तः किं प्रेक्षणं कुर्वन्ति?
- केचन अन्ये अम्लाः HC1,तथा च HNO3 CH3 COOH इत्यनेन सह एतं क्रियाकलापम् आवर्तयन्तु।
- प्रत्येकं स्थितौ भवतां निरीक्षणं समानम् अस्ति अथवा भिन्नम्?



चित्रम् 2.1 कणमयकुप्यातोः खण्डैः सह सूक्ष्मगन्धकीयस्य अभिक्रियया तथा च ज्वलनद्वारा उदजनवातस्य परीक्षणम्।

ध्यानं ददतु यत् उपरि दत्तायाम् अभिक्रियायां धातुः, अम्लेभ्यः उदजन-वातस्य विस्थापनं करोति। उदजन-वातस्य निर्गमनेन एतत् ज्ञायते। अम्लस्य अवशिष्टैः सह मिलित्वा धातुः किञ्चन यौगिकं निर्माति यत् लवणं कथ्यते। अम्लेन सह धातोः अभिक्रिया एतेन प्रकारेण व्यक्तीकर्तुं शक्यते -

अम्लः + धातुः ⟶ लवणम् + उदजन-वातः

भवन्तः याः अभिक्रियाः दृष्टवन्तः, किं भवन्तः तासां समीकरणं लेखितुं शक्नुवन्ति?

क्रियाकलापः 2.4

- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां कुप्यातोः कांश्चन कणमय-खण्डान् स्थापयन्तु।
- तत्र 2 ml विक्षार-उदजारेयस्य विलयनं मेलयित्वा ताम् उष्णीकुर्वन्तु।
- तत्पश्चात्, 2.3 क्रियाकलापस्य अनुसारं क्रियाः आवर्तयन्तु तथा च स्वनिरीक्षणं लिखन्तु।

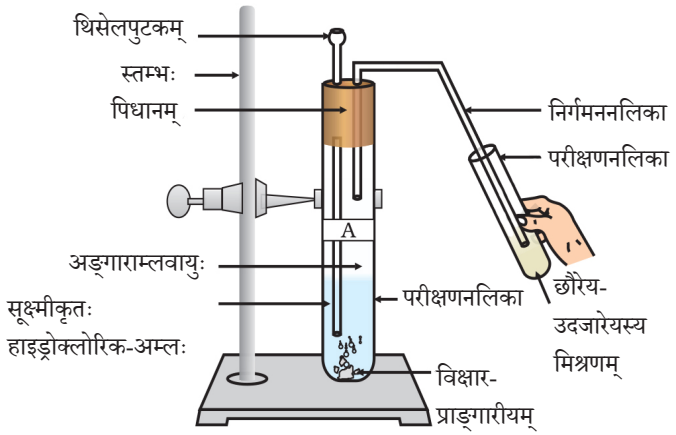
एताम् अभिक्रियां निम्न-प्रकारेण लेखितुं शक्नुमः;

$2HaOH + Zn \longrightarrow Na_2ZnO_2 + H_2$

(विक्षार-कुप्यातुः)

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् अभिक्रियायां पुनः उदजन-वातः निर्मीयते। किन्तु एतादृश्यः अभिक्रियाः सर्वैः धातुभिः सह न सम्भवन्ति।

2.1.3 धातु-प्राङ्गारीयः तथा च धातु-उदजन-प्राङ्गारीयः अम्लेन सह कथम् अभिक्रियां करोति?



चित्रम् 2.2 छौरेय-उदजारेयात् अङ्गाराम्लवायोः सम्प्रेषणम्

क्रियाकलापः 2.5

- परीक्षण-नलिका-द्वयं स्वीकुर्वन्तु। तत् 'A' तथा च 'B' इत्यनेन नामाङ्कितं कुर्वन्तु।
- 'A' परीक्षण-नलिकायां प्रायः 0.5 g विक्षार-प्राङ्गारीयं (Na2- CO3) स्वीकुर्वन्तु तथा च 'B' परीक्षण-नलिकायां 0.5 g विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयं (NaHCO3) स्वीकुर्वन्तु।
- द्वयोः परीक्षण-नलिकयोः प्रायः 2 ml सूक्ष्मं HC1 मेलयन्तु।
- भवन्तः किं निरीक्षितवन्तः?
- 2.2 चित्रस्य अनुसारं प्रत्येकं स्थितौ उत्पादितं वातं छौरेय-जलेन छौरेय-उदजारेयस्य विलयनं प्रवाहयन्तु तथा च स्वनिरीक्षणानि अभिलिखन्तु।

उपर्युक्ते क्रियाकलापे जायमानाः क्रियाकलापाः एवं प्रकारेण लिख्यन्ते-

परीक्षणनलिका 'A' ; $Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(1) + CO_2(g)$

परीक्षणनलिका 'B' ; $NaHCO_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(1) + CO_2(g)$

उत्पादितस्य अङ्गाराम्ल-वायोः छौरेय-जलेन प्रवाह-करण-समये ,

$Ca(OH)2(aq) + CO2(g) \rightarrow CaCO3(s) + H2O(1)$

(छौरेय-जलम्) (श्वेत-अवक्षेपः)

अत्यधिक-मात्रायाम् अङ्गाराम्ल-वायोः प्रवाहेण निम्न-अभिक्रिया भवति ;

$CaCO3(s) + H2O\ (1) + CO2(g) \rightarrow Ca(HCO3)2(aq)$

(जले विलयशीलः)

छौरेय-प्रस्तरः सुधाखण्डः तथा च राजाश्म छौरेय-प्राङ्गारीयस्य विवध-रूपाणि सन्ति। सर्वे धातवः प्राङ्गारीयेण तथा च उदजन-प्राङ्गारीय-अम्लेन सह अभिक्रियां कृत्वा तदनुरूपं लवणं, अङ्गाराम्ल-वायुं तथा च जलं निर्मान्ति।

एताम् अभिक्रियाम् एवं प्रकारेण अभिव्यञ्जितुं शक्नुमः -

धातु-प्राङ्गारीयः/धातु-उदजन-प्राङ्गारीयः + अम्लः⟶ लवणम् + अङ्गाराम्ल-वायुः + जलम्

2.1.4 अम्लः तथा च क्षारः परस्परं कथम् अभिक्रियां करोति?

क्रियाकलापः 2.6

- परीक्षण-नलिकायां प्रायः 2 mL NaOH इत्यस्य मिश्रणं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्मिन् बिन्दुद्वयं फीनॉल्फथैलिन-मिश्रणं स्थापयन्तु ।
- विलयनस्य वर्णः कः अस्ति?
- एतस्मिन् विलयने एकैकं बिन्दुं सूक्ष्मं HC1 विलयनं मेलयन्तु।
- किम् अभिक्रियायाः विलयनस्य वर्णे किमपि परिवर्तनं आगतम्?
- अम्लस्य मेलनात् परं फीनॉल्फथैलिन इत्यस्य वर्णः किमर्थं परिवर्तितः?
- अधुना उपर्युक्ते विलयने NaOH इत्यस्य कांश्चित् बिन्दून् मेलयन्तु ।
- किं फीनॉल्फथैलिन पुनः पाटल-वर्णीयः अभवत्?
- भवतां विचारेण किमर्थम् एवं भवति?

उपर्युक्त-क्रियाकलापे अस्माभिः दृष्टं यत् अम्लेन क्षारस्य प्रेक्षितः प्रभावः तथा च क्षारेण अम्लस्य प्रभावः समाप्यते। अभिक्रियाम् एवं प्रकारेण लेखितुं शक्नुमः।

$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H2O(1)$

अम्लस्य तथा च क्षारस्य परिणाम-स्वरूपेण लवणं तथा च जलं प्राप्तं भवति तथा च एषा उदासीनीकरण-अभिक्रिया कथ्यते। सामान्यतः उदासीनीकरण-अभिक्रिया एवं प्रकारेण लेखितुं शक्यते-

क्षारः + अम्लः ⟶ लवणम् + जलम्

2.1.5 अम्लैः सह धात्विक-जारेयाणाम् अभिक्रियाः

क्रियाकलापः 2.7

- काचपात्रे ताम्र-जारेयस्य अल्पमात्रां स्वीकुर्वन्तु तथा च कम्पयन्तः तस्मिन् शनैः-शनैः सूक्ष्मं हाइड्रोक्लोरिक-अम्लं मेलयन्तु।
- विलयनस्य वर्णे ध्यानं ददतु। ताम्र-जारेयस्य किम् अभवत्?

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् विलयनस्य वर्णः नील-हरितः भविष्यति तथा च ताम्र-जारेयं मिश्रितं भवति। विलयनस्य नील-हरितवर्णः अभिक्रियायां ताम्र-(II) नीरेयस्य निर्माणे कारणं भवति। धातु-जारेयस्य तथा च अम्लस्य मध्ये जायमाना सामान्या अभिक्रिया एवं प्रकारेण लेखितुं शक्यते-

धातु-जारेयः + अम्लः ⟶ लवणम् + जलम्

अधुना उपर्युक्त-अभिक्रियायै समीकरणं लिखित्वा तत् सन्तुलितं कुर्वन्तु। क्षारस्य तथा च अम्लस्य अभिक्रियायाः समानः एव धात्विक-जारेयः अम्लेन सह अभिक्रियां कृत्वा लवणं तथा च जलं प्रददाति, अतः धात्विक-जारेयः क्षारीय-जारेयः इत्यपि कथ्यते।

2.1.6 क्षारेण सह अधात्विक-जारेयस्य अभिक्रिया:

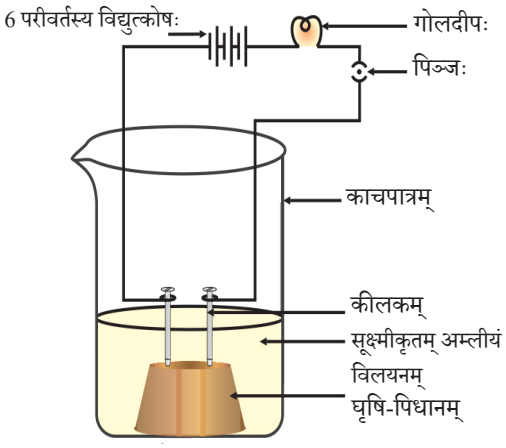
2.5 क्रियाकलापे भवन्तः अङ्गाराम्ल-वायोः तथा च छौरेय-उदजारेयस्य मध्ये जाताम् अभिक्रियां दृष्टवन्तः। छौरेय-उदजारेयः कश्चन क्षारः अस्ति, यः अङ्गाराम्ल-वायुना सह अभिक्रियां कृत्वा लवणं तथा च जलं निर्माति। यतोहि एषः क्षार-अम्लयोः मध्ये जायमानायाः अभिक्रियायाः समानः अस्ति, अतः वयम् एतं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुमः यत् अधात्विक-जारेयाः अम्लीय-प्रकृतिकाः भवन्ति।

प्रश्नाः

1. पित्तलस्य तथा च ताम्रस्य पात्रेषु दधि तथा च अम्लपदार्थाः किमर्थं न स्थापनीयाः?
2. धातुना सह अम्लस्य अभिक्रियायाः अनन्तरं सामान्यतः कः वातः निस्सरति? केनचित् उदाहरणेन अवबोधयन्तु। अस्य वातस्य उपस्थितेः परीक्षणं भवन्तः कथं करिष्यन्ति?
3. कश्चित् धातुः यौगिकः 'A' सूक्ष्मं हाइड्रोक्लोरिक-अम्लेन सह अभिक्रियां करोति चेत् बुद्बुद-शब्दः उत्पद्यते। अनेन उत्पन्नः वातः ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां निर्वापयति। यदि उत्पन्नेषु यौगिक-पदार्थेषु एकं छौरेय-नीरेयम् अस्ति तर्हि एतस्याः अभिक्रियायाः सन्तुलितं रासायनिकं समीकरणं लिखन्तु।

2.2 सर्वेषु अम्लेषु तथा च क्षारेषु काः समानताः सन्ति?

2.1 अनुभागे अस्माभिः दृष्टं यत् सर्वेषु अम्लेषु समानाः रासायनिकाः गुणधर्माः भवन्ति। गुणधर्मेषु समानता किमर्थं भवति? अस्माभिः 2.3 क्रियाकलापे दृष्टं यत् धातुना सह अभिक्रियायाः अनन्तरं सर्वे अम्लाः उदजन-वातम् उत्पादयन्ति। एतेन ज्ञायते यत् सर्वेषु अम्लेषु उदजन-वायुः भवति। आगच्छन्तु कस्यचित् क्रियाकलापस्य माध्यमेन वयं परीक्षणं करवाम यत् किं सर्वेऽपि उदजन-युक्ताः यौगिकपदार्थाः अम्लाः भवन्ति।



चित्रम् 2.3 जले अम्लस्य विलयनं विद्युतः चालनं करोति।

क्रियाकलापः 2.8

- द्राक्षशर्करा, मद्यसारः, हाइड्रोक्लिक-अम्लः
- गन्धकीय-अम्लः इत्यादीनां विलयनं स्वीकुर्वन्तु।
- एकस्मिन् पिधाने कीलक-द्वयं योजयित्वा पिधानं 100 ml इत्यस्य काचपात्रे स्थापयन्तु।
- 2.3 चित्रस्य अनुसारं कीलकानि षट्-परीवर्त-विद्युत्कोशस्य द्वाभ्याम् अन्तिम-स्थानाभ्यां सह गोलदीपस्य तथा च पिञ्जस्य माध्यमेन योजयन्तु।
- अधुना काचपात्रे किञ्चित् सूक्ष्मं HC1 स्थापयित्वा विद्युत्-धारां प्रवाहयन्तु।
- एतामेव क्रियां गन्धकीय-अम्लेन सह आवर्तयन्तु।
- भवद्भिः किं निरीक्षितम्?

अम्लस्य स्थितौ गोलदीपः ज्वलति यथा 2.3 चित्रे दर्शितम्। किन्तु भवन्तः एतत् द्रक्ष्यन्ति यत् मधुशर्करायाः तथा च मद्यसारस्य विलयनं विद्युतः आयोजनं न करोति। गोलदीपस्य ज्वलनेन एतत् ज्ञायते यत् एतेन विलयनेन विद्युतः प्रवाहः जायमानः अस्ति। विलयने विद्युत्-धारायाः प्रवाहः आयनैः भवति।

यतः अम्ले विद्यमानं धनायनं H अस्ति, एतेन ज्ञायते यत् अम्लविलयने उदजनवायुः आयनं H+(aq) उत्पादयति, तथा च एतेन एव कारणेन तेषां गुणधर्माः अम्लाः भवन्ति।

विक्षार-उदजारेयं, छौरेय-उदजारेयादीन् क्षारान् उपयुज्य एतं क्रियाकलापम् आवर्तयन्तु। एतस्य क्रियाकलापस्य परिणामैः भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुवन्ति?

2.2.1 जलीय-विलयने अम्लस्य अथवा क्षारस्य किं भवति?

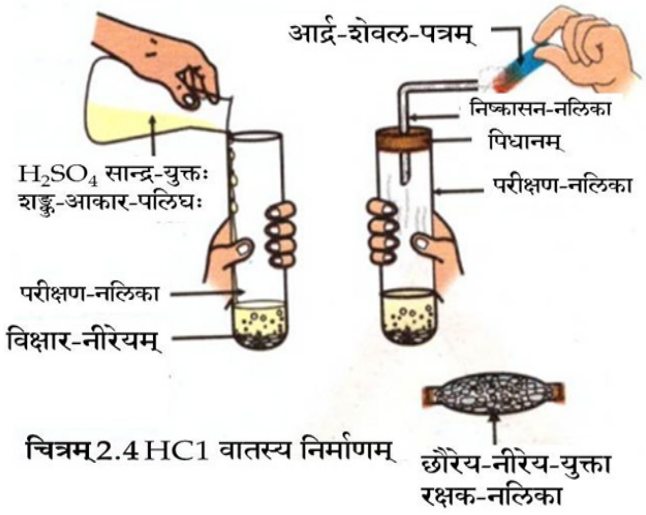
किम् अम्लाः जलीय-विलयने एव आयनानि उत्पादयन्ति? आगच्छन्तु एतस्य परीक्षणं कुर्मः।

क्रियाकलापः 2.9

- कस्याञ्चित् स्वच्छायां तथा च शुष्क-परीक्षण-नलिकायां प्रायः1g सघनं NaC1 स्वीकुर्वन्तु तथा च 2.4 चित्रस्य अनुसारम् उपकरणं व्यवस्थितं कुर्वन्तु।
- परीक्षण-नलिकायां स्वल्पमात्रायां सान्द्रं गन्धकीय-अम्लं स्थापयन्तु।
- भवद्भिः किं निरीक्षितम्? किं निष्कासन-नलिकातः कश्चन वातः बहिः आगच्छति?
- एवं प्रकारेण उत्सर्जितस्य वातस्य शुष्कतायाः अथवा आर्द्रतायाः नील-शेवल-पत्रेण परीक्षणं कुर्वन्तु?
- कस्यां स्थितौ शेवल-पत्रस्य वर्णः परिवर्तते ?
- उपर्युक्तस्य क्रियाकलापस्य आधारेण भवन्तः निम्न-अम्लीय-गुणस्य विषये कं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुवन्ति?

(i) शुष्कः HC1 वातः (ii) HC1 मिश्रणम्?

अध्यापकानां कृते निर्देशः यदि जलवायुः अत्यधिकः आर्द्रः अस्ति तर्हि वातस्य शोषणाय भवद्भिः छौरेय-नीरेय-युक्तया शुष्क-नलिकया वातः प्रवाहणीयः भविष्यति।



चित्रम् 2.4 HC1 वातस्य निर्माणम्

एतेन प्रयोगेण एतत् स्पष्टं भवति यत् जलस्य उपस्थितौ HC1 इत्यस्मिन् उदजन-वायोः आयनानि उत्पद्यन्ते। जलस्य अनुपस्थितौ HC1 अणुभ्यः H^+ आयनानि पृथक् भवितुं न शक्नुवन्ति।

$$HC1 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C1-$$

उदजनवायोः आयनं स्वतन्त्र-रूपेण स्थातुं न शक्नोति किन्तु एतत् जलस्य अणुभिः सह मिलित्वा स्थातुं शक्नोति। अतः उदजन-वायोः आयनं सदैव $H^+(aq)$ द्वारा अथवा हाइड्रोनियम -आयन-द्वारा (H_3O^+) दर्शनीयम्।

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O+$$

अस्माभिः दृष्टं यत् अम्लः जले H_3O+ अथवा H+(aq) आयनं प्रददाति। आगच्छन्तु पश्येम यत् कस्यचित् क्षारस्य जले मिश्रणेन किं भवति-

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+ (aq) + OH^- (aq)$$

$KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$

$Mg(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

क्षाराः जले उदजारेयम् (OH^-) आयनम् उत्पादयन्ति। जले मिश्रणशीलः क्षारः क्षारः कथ्यते।

किं भवन्तः जानन्ति?

सर्वे क्षाराः जले मिश्रणशीलाः न भवन्ति। जले मिश्रणशीलः क्षारः क्षारः कथ्यते। एतेषां स्पर्शः फेनकम् इव, स्वादः कटुः भवति तथा च प्रकृतिः संक्षारिका भवति। एते कदापि न स्पर्शनीयाः न वा आस्वादनीयाः यतोहि एते हानिकारकाः भवन्ति। 2.1 सारण्यां के क्षाराः, क्षाराः भवन्ति?

अधुना पर्यन्तं वयं ज्ञातवन्तः यत् सर्वे अम्लाः H+(aq) तथा च सर्वे क्षाराः OH- (aq) उत्पादयन्ति, अतः वयम् उदासीनीकरण-अभिक्रियां निम्नलिखितरूपेण अभिव्यञ्जितुं शक्नुमः।

अम्लः + क्षारकः → लवणम् + जलम्

H X+M OH → MX + HOH

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

आगच्छन्तु पश्येम यत् अम्ले अथवा क्षारे जलं मेलयामः चेत् किं भवति

चित्रम् 2.5
सान्द्र-अम्ल-युक्तेषु तथा च क्षार-युक्त-पात्रेषु संलग्नानि पूर्वसूचना-चिह्नानि

क्रियाकलापः 2.10

- एकस्मिन् काचपात्रे 10 mL जलं स्वीकुर्वन्तु।
- एतस्मिन् कांश्चित् बिन्दून् सान्द्र-गन्धक-अम्लस्य (H2SO4) स्थापयित्वा काचपात्रं मन्दं-मन्दं भ्रामयतु।
- काचपात्रस्य आधारं स्पृशतु।
- किं तापमाने किमपि परिवर्तनम् आगतम्?
- एषा प्रक्रिया किम् ऊष्माक्षेपिणी अस्ति अथवा ऊष्माशोषिणी अस्ति?
- उपर्युक्तं क्रियाकलापं विक्षार-उदजारेयेण सह आवर्तयन्तु तथा च स्वनिरीक्षणं लिखन्तु।

जले अम्लस्य अथवा क्षारस्य मिश्रण-प्रक्रिया अत्यन्तम् ऊष्माक्षेपिणी भवति। जले सान्द्रस्य नाइट्रिक-अम्लस्य अथवा गन्धकीय-अम्लस्य मेलन-समये अत्यन्तं सावधानता स्थापनीया। अम्लं सर्वदा मन्दं-मन्दं तथा च जलं निरन्तरं कम्पयन्तः जले मेलयेयुः। सान्द्र-अम्ले जलस्य मेलन-अनन्तरम् उत्पन्नायाः ऊष्मायाः कारणेन मिश्रणम् आस्फालितं भूत्वा बहिः आगन्तुं शक्नोति तथा च भवन्तः ज्वलितुं शक्नुवन्ति। अपि च अत्यधिक-तापस्य कारणेन प्रयोगे उपयुज्यमानं काचपात्रम् अपि त्रुटितुं शक्नोति। सान्द्र-गन्धकीय-अम्लस्य धान्यां तथा च विक्षार-उदजारेयस्य कूप्यां पूर्वसूचनायाः चिह्नेषु (चित्रे 2.5 प्रदर्शितम्) ध्यानं ददतु।

जले अम्लस्य अथवा क्षारस्य मेलनेन आयनस्य सान्द्रतायां (H3O+/OH) प्रति घटकम् आयतने न्यूनता भवति। एषा प्रक्रिया तनुकरणं कथ्यते तथा च अम्लः अथवा क्षारः तनुकृतः भवति।

प्रश्नाः

1. HC1, HNO_3 इत्यादयः जलीय-विलयने अम्लीयम् अभिलक्षणं किमर्थं प्रदर्शयन्ति, यद्यपि मद्यसार-सदृशस्य तथा च द्राक्षशर्करा-सदृशस्य यौगिकस्य विलयनेषु अम्लतायाः अभिलक्षणानि प्रदर्शितानि न भवन्ति?
2. अम्लस्य जलीयं विलयनं किमर्थं विद्युतः चालनं करोति ?
3. शुष्कं हाइड्रोक्लोरिक-वातः शुष्कस्य शेवल-पत्रस्य वर्णं किमर्थं न परिवर्तयति?
4. अम्लस्य तनुकरण-समये एतत् किमर्थं निर्दिष्टं भवति यत् अम्लः जले मेलनीयः, न तु जलम् अम्ले ?
5. अम्लस्य विलयनं तनुकरण-समये हाइड्रोनियम-आयनस्य (H_3O+) सान्द्रता कथं प्रभाविता भवति?
6. यदा विक्षार-उदजारेयस्य विलयने अधिकतया क्षारः मेल्यते तदा उदजारेय-आयनस्य (OH^-) सान्द्रता कथं प्रभाविता भवति?

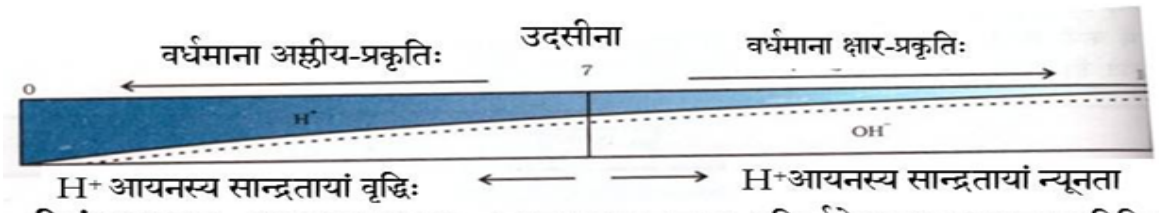
2.3 अम्लस्य तथा च क्षारस्य विलयनं कियत् प्रबलं भवति?

वयं जानीमः यत् अम्ल-क्षारयोः सूचकानि उपयुज्य अम्ले क्षारे च भेदः प्रदर्शयितुं शक्यते। गत-अध्याये वयं H+ अथवा OH- आयनानां विलयनस्य सान्द्रतायाः न्यूनीभवनस्य तथा च तनु-करणस्य विषये पठितवन्तः आस्म। किं वयं कस्मिंश्चित् विलयने उपस्थितानाम् आयनानां संख्यां ज्ञातुं शक्नुमः? किं वयं ज्ञातुं शक्नुमः यत् विलयने अम्लः अथवा क्षारः कियान् प्रबलः अस्ति?

एतत् ज्ञातुं वयं सार्वत्रिक-सूचकानि, यानि अनेकेषां सूचकानां मिश्रणानि भवन्ति, तेषाम् उपयोगं कृत्वा ज्ञातुं शक्नुमः। सार्वभौमिक-सूचकानि कस्मिंश्चित् विलयने उदजन-आयनस्य विभिन्नाः सान्द्रताः विभिन्नेषु वर्णेषु प्रदर्शयन्ति।

कस्मिंश्चित् विलयने उपस्थितस्य उदजन-आयनस्य सान्द्रतां ज्ञातुं काचित् मापिका विकासिता या **pH-मापिका** कथ्यते। pH इत्यस्मिन् p सूचकम् अस्ति, पुसांसः एषः कश्चित् जर्मन-शब्दः अस्ति, एतस्य अर्थः भवति शक्तिः इति। अनया pH मापिकया सामान्यरूपेण शून्यतः (अधिक-अम्लतातः) चतुर्दश-पर्यन्तं (अधिक-क्षारीयं) pH ज्ञातुं शक्यते। साधारण-भाषायां pH कस्याश्चित् तादृश-संख्यायाः रूपेण द्रष्टव्या या कस्यचित् विलयनस्य अम्लताम् अथवा क्षारीयतां दर्शयति। (हाइड्रोनियम) आयनस्य सान्द्रता यावती अधिका भविष्यति तस्य pH तावदेव न्यूनं भविष्यति।

कस्यचित् अपि उदासीन-विलयनस्य pH इत्यस्य मानं 7 भविष्यति। यदि pH मापिकायां कस्यचित् विलयनस्य मानं 7 तः न्यूनम् अस्ति तर्हि एतत् अम्लीयं मिश्रणं भविष्यति तथा च यदि मानं 7 तः 14 पर्यन्तं वर्धते तर्हि तत् विलयने OH इत्यस्य सान्द्रतायां वृद्धिं दर्शयति, अर्थात् अत्र क्षारस्य शक्तिः वर्धते (चित्रम् 2.6) सामान्यतः pH सार्वत्रिक- सूचकानि अन्तर्भारित-पत्र-द्वारा ज्ञायन्ते।



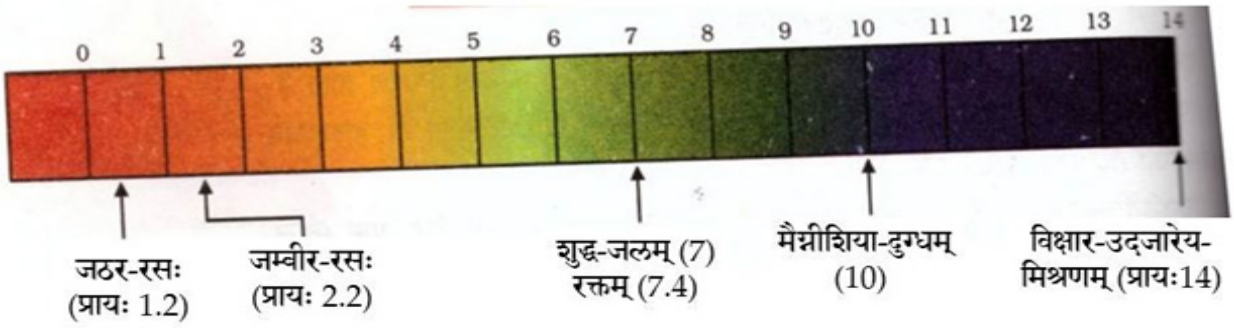
चित्रं 2.6 $H^+(aq)$ तथा च $OH^-(aq)$ इत्यस्य सान्द्रतायाः परिवर्तनेन सह PH इत्यस्य विभिन्नता

सारणी 2.2

क्रियाकलापः 2.1

- 2.2 मध्ये दत्तायां सारण्यां विलयनस्य PH मानानां परीक्षणं कुर्वन्तु।
- स्वप्रेक्षणानि लिखन्तु।
- स्वप्रेक्षणस्य आधारेण प्रत्येकं पदार्थस्य प्रकृतिः का अस्ति?

क्रम संख्या	विलयनम्,	PH पत्रवर्णः	प्रायः PH मानम्,	पदार्थस्य प्रकृतिः
1	लालास्रावः(खादनात्पूर्वम्)			
2	लालास्रावः(खादनात्परम्)			
3	जम्बीर-रसः			
4	वर्णरहित-वातित-पेयम्			
5	गृञ्जनक-रसः			
6	काफी			
7	रक्ताङ्ग-रसः			
8	नलिका-जलम्			
9	1M NaOH			
10	1M HC1			



चित्रम् 2.7 केषाञ्चन सामान्य-पदार्थानां PH इत्येतत् PH पत्रस्य उपरि दर्शितम् अस्ति (वर्णाः केवलं रुक्ष-मार्ग-दर्शनार्थं दत्ताः सन्ति)

अम्लस्य तथा च क्षारस्य शक्तिः विलयने (जले) क्रमशः H+ आयनस्य तथा च OH- आयनस्य संख्यायाः उपरि निर्भरं करोति। यदि वयं समान-सान्द्रतायाः हाइड्रोक्लोरिक-अम्लं तथा च शौक्तम् , यथा एक-मोलर स्वीकुर्मः चेत् विभिन्नायां मात्रायाम् उदजन-वायुः आयनम् उत्पादयिष्यति। अधिक-संख्यायाम् H+ आयनानाम् उत्पादकः अम्लः प्रबलः अम्लः कथ्यते, यद्यपि न्यून-H+आयनस्य उत्पादकः अम्लः दुर्बलः अम्लः कथ्यते। किं भवन्तः इदीनाम् एतत् वक्तुं शक्नुवन्ति यत् दुर्बलाः तथा च प्रबल-क्षाराः के भवन्ति?

2.3.1 दैनिक-जीवने PH इत्यस्य महत्त्वम्

किं पादपाः तथा च पशवः PH प्रति संवेदनशीलाः भवन्ति?

अस्माकं शरीरं 7.0 तः 7.8 pH सीमायां कार्यं करोति। जीविताः प्राणिनः केवलं सङ्कीर्णे परिसरे एव जीवितुं शक्नुवन्ति। वृष्टि-जलस्य pH मानं यदा 5.6 तः न्यूनीभवति तदा सा **अम्लीय-वृष्टिः** कथ्यते। अम्लीय-वृष्टेः जलं यदा नद्यां प्रवहति तदा नद्याः जलस्य pH मानं न्यूनं भवति। एतादृश्यां नद्यां जलीय-जीव-धारिणाम् अवस्थानं कठिनं भवति।

किं भवन्तः जानन्ति?

अपरेषु ग्रहेषु अम्लपदार्थाः

शुक्रस्य (Venus) वायुमण्डलं गन्धकीय-अम्लस्य स्थूलैः श्वेतैः तथा च पीतवर्णैः मेघैः निर्मितम्। किं भवतां भाति यत् एतस्मिन् ग्रहे जीवनं सम्भवति?

भवताम् उद्यानस्य मृत्तिकायाः pH किमस्ति ?

उत्तम-उत्पादनार्थं पादपानां कृते कस्यचित् विशिष्टस्य pH परिसरस्य आवश्यकता भवति। कस्यचित् पादपस्य स्वस्थ-विकासाय आवश्यकं PH ज्ञातुं विभिन्नेभ्यः स्थानेभ्यः मृत्तिकाम् एकत्र कुर्वन्तु तथा च 2.12 क्रियाकलापस्य अनुसारं तस्याः PH परीक्षणं कुर्वन्तु। एतस्मिन् विषयेऽपि अवधानं कुर्वन्तु यत् यतः मृत्तिकाम् आनयन्तः सन्ति तत्र के पादपाः उत्पद्यमानाः सन्ति?

क्रियाकलापः 2.12

- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां प्रायः 2 g मृत्तिकां स्थापयन्तु तथा च तस्यां 5 mL जलं मेलयन्तु।
- परीक्षण-नलिकायाः सामग्रीं कम्पयन्तु।
- सामग्रीणां शोधनं कुर्वन्तु तथा च परीक्षण-नलिकायां निस्यन्दम् एकत्र कुर्वन्तु।
- सार्वत्रिक-सूचक-पत्रस्य साहाय्येन एतस्य निस्यन्दस्य PH परीक्षणं कुर्वन्तु।
- स्वक्षेत्रे पादपानाम् उपयुक्त-विकासाय आदर्श-मृत्तिकायाः PH सम्बन्धे भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासितवन्तः?

अस्माकं पाचन-तन्त्रस्य PH

एतत् अत्यन्तं रोचकम् अस्ति यत् अस्माकम् उदरम् (Hydrochloric acid) उत्पादयति। एतत् उदरस्य हानिम् अकृत्वा भोजनस्य पाचने सहायकं भवति। अजीर्ण-स्थितौ उदरम् अत्यधिक-मात्रायाम् अम्लम् उत्पादयति यस्य कारणेन उदरे पीडा तथा च ज्वलनम् अनुभूयते। एतस्याः पीडायाः मुक्ताः भवितुं प्रत्याम्ल-सदृश-क्षाराणाम् उपयोगः क्रियते। एतस्य अध्यायस्य आरम्भे एतादृशम् एव कञ्चन उपचारं भवन्तः अवश्यं सूचितवन्तः स्युः। एतत् प्रत्याम्लम् अम्लस्य अधिकमात्राम् उदासीनां करोति। एतदर्थं भ्राजातु-उदजारेयः (मैग्नीशिया-दुग्धं) इत्यादेः दुर्बल-क्षारस्य उपयोगः क्रियते।

PH परिवर्तनस्य कारणेन दन्तक्षयः

मुखस्य PH मानं 5.5 तः न्यूनम् अस्ति चेत् दन्तक्षयस्य आरम्भः भवति। दन्तानां दन्तवल्कः छौरेय-भास्वीय-लवणेन निर्मितः भवति यः शरीरस्य सर्वाधिकः कठोर-पदार्थः अस्ति। एषः जले विलीनः न भवति किन्तु मुखस्य PH मानं 5.5 तः न्यूनं भवति चेत् एषः संक्षारितः भवति। मुखे विद्यमानाः कीटाणवः, भोजनस्य पश्चात् मुखे अवशिष्टायाः शर्करायाः तथा च खाद्य-पदार्थानां निम्नीकरणं कृत्वा अम्लम् उत्पादयन्ति। भोजन-अनन्तरं मुख-प्रक्षालनेन एतस्मात् रक्षणं कर्तुं शक्नुमः। मुखस्य स्वच्छतायै क्षारीयस्य दन्तफेनस्य उपयोगेन अम्लस्य अधिकमात्रा उदासीना कर्तुं शक्यते यस्य परिणामतः दन्तक्षयः अवरोद्धुं शक्यते।

पशुभिः तथा च पादपैः उत्पन्नरसैः आत्मरक्षा

किं कदाचित् भवन्तं मधुमक्षिका दष्टवती? मधुमक्षिकायाः दंशः अम्लं त्यजति यस्य कारणेन पीडायाः तथा च ज्वलनस्य अनुभवः भवति। दष्टे अङ्गे पाकचूर्ण-सदृशस्य दुर्बल-क्षारस्य उपयोगेन उपशमः भवति। पीतपर्ण्याः दंशवन्तः केशाः मेथैनॉइक-अम्लं त्यजन्ति यस्य कारणेन ज्वलनपीडा अनुभूयते।

किं भवन्तः जानन्ति?

प्रकृतिः उदासीनी-करणस्य विकल्पान् ददाति

पीतपर्णी कश्चित् शाकीय-पादपः अस्ति यः अरण्येषु उत्पद्यते। एतस्य पत्रेषु दंशवन्तः केशाः भवन्ति। दोषवशात् अपि स्पर्शः भवति चेत् दंशः इव पीडा भवति। एतेभ्यः केशेभ्यः मेथैनॉइक-अम्लस्रावः भवति इति कारणेन एषा पीडा भवति। पारम्परिक-रीत्या एतस्य चिकित्सा दंशवति स्थाने वृश्चिपत्रस्य पत्राणि घर्षित्वा क्रियते। एते पादपाः अधिकतया वन्यक्षेत्रेषु एव उत्पद्यन्ते। किं भवन्तः वृश्चिपत्र-पादपस्य अनुमानं कर्तुं शक्नुवन्ति? अधुना भवन्तः ज्ञातवन्तः स्युः अग्रिमवारं यदा पर्वतम् आरोहन्तः दोषवशात् वृश्चिपत्रस्य स्पर्शः भवति तदा भवद्भिः किं करणीयं भविष्यति? किं भवन्तः एतादृशीम् एव पारम्परिक-चिकित्सां जानन्ति या दंशानन्तरं प्रभाविनी भवेत्?

सारणी 2.3 केचित् प्राकृतिक-अम्लाः

प्राकृतिक-स्रोतः	अम्लः	प्राकृतिक-स्रोतः	अम्लः
शुक्तम्	शौक्त-अम्लः	अम्ल-दुग्धम् (दधि)	दुग्ध-अम्लः
नारङ्गम्	सिट्रिक-अम्लः	जम्बीरम्	सिट्रिक-अम्लः
तिन्त्रिणी-शलाटुः	टार्टरिक-अम्लः	पिपीलिका-दंशः	मेथैनॉइक-अम्लः
रक्त-वृन्ताकः	ऑक्सैलिक-अम्लः	वृश्चिपत्रि-दंशः	मेथैनॉइक-अम्लः

प्रश्नाः

1. भवतां समीपे विलयनद्वयं 'A' तथा च 'B' अस्ति। 'A' इत्यस्य PH मानं 6 अस्ति तथा च विलयनं 'B' इत्यस्य PH मानं 8 अस्ति। कस्मिन् विलयने उदजन-आयनस्य सान्द्रता अधिका अस्ति? एतेषु कः अम्लीयः अस्ति तथा च कः क्षारीयः?
2. H+ (aq) आयनस्य सान्द्रतायाः विलयनस्य प्रकृतेः उपरि कः प्रभावः भवति?
3. किं क्षारीये मिश्रणे H+(aq) आयनानि भवन्ति? यदि आम्, तर्हि एतानि क्षारीयाणि किमर्थं भवन्ति?
4. कश्चन कृषकः क्षेत्रस्य मृत्तिकायाः कस्यां परिस्थितौ अशान्त-छौरेय-जारेयस्य, शान्त-छौरेय-उदजारेयस्य अथवा छौरेय-उदजारेयस्य उपयोगं करिष्यति?

2.4 लवणस्य विषये अधिकं ज्ञानम्

गत-भागेषु वयं विभिन्न-अभिक्रियाभिः लवणानां निर्माणं दृष्टवन्तः। आगच्छन्तु, एतेषां निर्माणस्य, गुणधर्माणां तथा च उपयोगस्य विषये अधिकं ज्ञानं प्राप्नुयाम।

2.4.1 लवणपरिवारः

क्रियाकलापः 2.13

- अधः दत्तस्य लवणस्य सूत्राणि लिखन्तु
- दहातु-शुल्बीयम् , विक्षार-शुल्बीयम् , छौरेय-शुल्बीयम्, महातु-शुल्बीयम् , ताम्र-शुल्बीयम् , विक्षार-नीरेयः, विक्षार-विभूयीयम् , विक्षार-प्राङ्गारीयम् , तथा च अञ्जन-नीरेयम्।
- तेषाम् अम्लानां तथा च क्षाराणां परिचयं कुर्वन्तु येन उपर्युक्तं लवणं प्राप्तुं शक्यते।
- समानानि धनानि अथवा ऋणमूलकानि लवणानि एकस्य एव परिवारस्य कथ्यन्ते। यथा, NaC1 तथा च Na2SO4, विक्षार-लवणस्य परिवारस्य अस्ति। एतेन एव प्रकारेण NaC1 तथा च KC1 नीरेयं लवण-परिवारस्य अस्ति। एतस्मिन् क्रियाकलापे दत्तेषु लवणेषु भवन्तः कति परिवारान् परिचेतुं शक्नुवन्ति।

2.4.2 लवणानाम् PH

क्रियाकलापः 2.14

- निम्नलिखितानां लवणानां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु--
- विक्षार-नीरेयम् , दहातु-भूयीयम् , स्फटयातु-नीरेयम् , कुप्यातु-शुल्बीयम् , ताम्र-शुल्बीयम् , विक्षार-शुक्तीयम् , विक्षार-प्राङ्गारीयम् , तथा च विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम् (कानिचित् अन्यलवणानि यानि उपलब्धानि भवेयुः।
- जले एतेषां विलयनस्य परीक्षणं कुर्वन्तु (केवलम् आसव-जलस्य उपयोगं कुर्वन्तु)।
- शेवलपत्रे एतेषां विलेयतायाः परीक्षणं कुर्वन्तु तथा च PH पत्रम् उपयुज्य एतेषां PH मानम् परिजानन्तु।
- कानि लवणानि अम्लीयानि, क्षारीयाणि अथवा उदासीनानि सन्ति?
- लवणस्य निर्माणाय उपयुज्यमानस्य अम्लस्य अथवा क्षारस्य अभिज्ञानं कुर्वन्तु।
- स्वनिरीक्षणं 2.4 सारण्यां लिखन्तु।

सारणी 2.4

लवणम्	PH	प्रयुक्तः अम्लः	प्रयुक्तः क्षारः

प्रबल-अम्लस्य तथा च प्रबल-क्षारस्य लवणस्य PH मानं 7 भवति तथा च एतानि उदासीनानि भवन्ति। यतोहि प्रबल-अम्लस्य तथा च दुर्बलस्य क्षारस्य लवणस्य PH मानं 7 तः न्यूनं भवति तथा च एतानि अम्लीयानि भवन्ति। प्रबल-क्षारस्य तथा च दुर्बल-अम्लस्य लवणस्य PH मानं 7 तः अधिकं भवति तथा च एतानि क्षारीयाणि भवन्ति।

2.4.3 साधारणस्य लवणस्य रसायनम्

भवन्तः जानन्ति यत् हाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य तथा च विक्षार-उदजारेस्य विलयनस्य अभिक्रियया उत्पन्नं लवणं विक्षार-नीरेयं कथ्यते। एतस्य एव लवणस्य वयं स्वभोजने उपयोगं

कुर्मः। उपरितने क्रियाकलापे भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् एतत् किञ्चन उदासीनं लवणम् अस्ति।

सामुद्रिक-जले बहुविधानि लवणानि विलीनानि भवन्ति। एतेभ्यः लवणेभ्यः विक्षार-नीरेयः पृथक् क्रियते। विश्वस्य बहुषु भागेषु अपि सघन-लवणस्य निक्षेपः भवति। बृहत्-आकारस्य एते माणभाः प्रायः अपद्रव्याणां कारणेन कपिश-वर्णीयाः भवन्ति। एतत् खनिज-लवणं कथ्यते। एतानि खनिज-लवणानि तदा निर्मितानि यदा युगानां व्यतीतेन सह समुद्रस्य कश्चन भागः शुष्कः अभवत्। खनिज-लवणस्य खननम् अपि अङ्गारस्य खननम् इव भवति।

भवन्तः महात्म-गान्धिनः दाण्डीयात्रा-विषये अवश्यं श्रुतवन्तः स्युः। किं भवन्तः जानन्ति यत् अस्माकं स्वतन्त्रता-सङ्ग्रामे लवणं किञ्चन महत्त्वपूर्णं प्रतीकम् आसीत्?

साधारणं लवणम् — रसायनानाम् अपक्वः पदार्थः

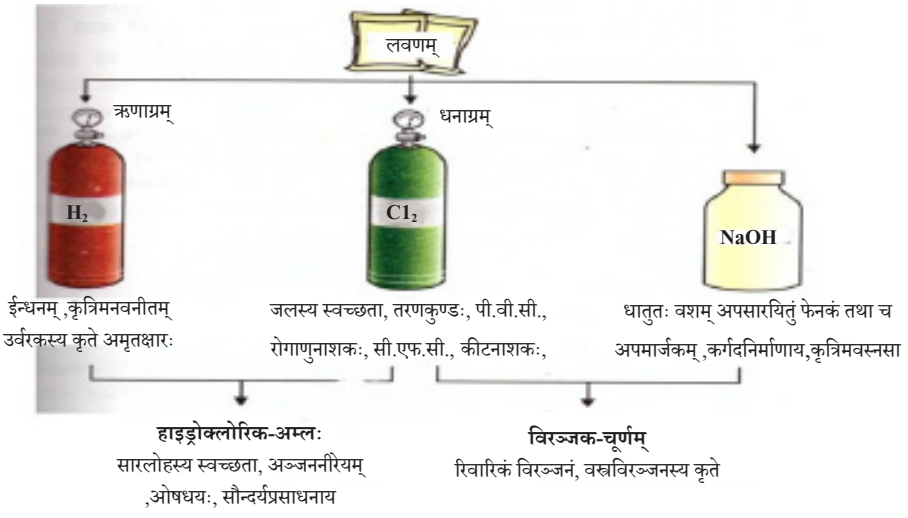
एवं प्रकारेण प्राप्तं साधारणं लवणम् अस्माकं दैनिक-उपयोगस्य बहूनां पदार्थानां, यथा– विक्षार-उदजारेयं, पाकचूर्णं, प्रक्षालन-चूर्णं, विरञ्जन-चूर्णादीनां कृते कश्चन महत्त्वपूर्णः अपक्व-पदार्थः अस्ति। आगच्छन्तु पश्यामः यत् कथम् एकस्य पदार्थस्य उपयोगं विभिन्न-पदार्थानां निर्माणस्य कृते कुर्वन्ति।

विक्षार-उदजारेयम्

विक्षार-नीरेयस्य जलीय-विलयनात् (लवण-जलात्) विद्युत्-प्रवाह-अनन्तरम् एतत् विलीय विक्षार-उदजारेयम् उत्पादयति। एषा प्रक्रिया **क्लोर-क्षारप्रक्रिया** कथ्यते यतोहि एतेन निर्मितम् उत्पादनम्- नीरजी (क्लोर) तथा च विक्षार-उदजारेयं (क्षाराः) भवन्ति।

$2NaC1\ (aq) + 2H_2O(1) \rightarrow 2NaOH(aq) + C1_2(g) + H_2(g)$

नीरजी-वातः धनाग्रे मुक्तः भवति तथा च उदजन-वातः ऋणाग्रे। ऋणाग्रे विक्षार-उदजारेय-विलयनस्य निर्माणम् अपि भवति। एतया प्रक्रियया उत्पन्नानि त्रीणि उत्पादनानि उपयोगीनि सन्ति। 2.8 चित्रम् एतेषाम् उत्पादनानां विभिन्नान् उपयोगान् दर्शयति।



चित्रम् 2.8 क्लोरक्षारप्रक्रियायाः महत्त्वपूर्णानि उत्पादनानि

विरञ्जक-चूर्णम्

भवन्तः जानन्ति यत् जलीय-विक्षार-नीरेयस्य (लवण-जलस्य) विद्युतः अपघटनेन नीरज्याः निर्माणं भवति। अस्य नीरजी-वाष्पस्य उपयोगः विरञ्जक-चूर्णस्य उत्पादनाय क्रियते। शुष्क-शान्त-छुरायां {Ca(OH)2} नीरजी-क्रियया विरञ्जक-चूर्णस्य निर्माणं भवति। विरञ्जक-चूर्णं CaOC12 इत्यनेन दर्श्यते यद्यपि वास्तविकं सङ्घटनं बहु जटिलं भवति।

$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$

विरञ्जक-चूर्णस्य उपयोगः

(i) वस्त्र-उद्योगे कार्पासस्य तथा च क्षौमस्य विरञ्जनाय कर्गदस्य उद्योग-शालायां काष्ठस्य मज्जा तथा च रजक-आपणे स्वच्छीकृतानां वस्त्राणां विरञ्जनाय

(ii) बहुषु रासायनिक-उद्योगेषु उपचायक-रूपेण, तथा च

(iii) पेयजलं जीवाणुभ्यः मोचनाय रोगाणु-नाशक-रूपेण

पाकचूर्णम्

पाकचूर्णस्य उपयोगः सामान्यतः रसवतीं स्वादु मुरमुराम् इव पक्ववटीं पक्तुं क्रियते। कदाचित् अस्य उपयोगः शीघ्रं भोजनं पक्तुमपि क्रियते। अस्य यौगिकस्य रासायनिकं नाम सोडियम हाइड्रोकार्बोनेट (NaHCO3) अस्ति। अपक्व-पदार्थेषु विक्षार-नीरेयम् उपयुज्य एतस्य निर्माणं क्रियते।

$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$ (अञ्जन-नीरेयम्) + $NaHCO_3$ (विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम्)

2.14 क्रियाकलापे किं भवन्तः विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयस्य PH मानस्य परीक्षणं कृतवन्तः आसन्? किं भवन्तः सह सम्बन्धं स्थापयितुं शक्नुवन्ति, किमर्थम् एतस्य उपयोगः कस्यचित् अम्लस्य उदासीनीकरणे क्रियते? एषः कश्चित् दुर्बलः असंक्षारः क्षारः अस्ति। भोजन-पचन-समये एतस्य उष्णीकरणेन निम्न-अभिक्रिया भवति -

$2NaHCO_3$ (विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम्) $\xrightarrow{\text{(ऊष्मा)}}$ $Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$ (विक्षार-प्राङ्गारीयम्)

विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयस्य उपयोगः अस्माकं गृहेषु विभिन्न-प्रकारेण क्रियते।

विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम् (NaHCO3) इत्यस्य उपयोगः

(i) पाकचूर्ण-निर्माणे, यत् पाकचूर्णं विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम् तथा च टार्टरिक-अम्लम् इव किञ्चन मन्दं खाद्यम् अस्ति तत् अम्लस्य मिश्रणम् अस्ति। यदा पाकचूर्णम् उष्णीक्रियते अथवा जले मेल्यते तदा निम्न-अभिक्रिया भवति।

$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O +$ अम्लस्य विक्षारं लवणम्
(कुतश्चित् अम्लतः)

अनया अभिक्रियया उत्पन्नस्य अङ्गाराम्ल-वायोः कारणेन रोटिका अथवा सुपिष्टकं फुल्लति तथा च एतेन एतत् मृदु तथा च स्पञ्जी भवति।

(ii) विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम् अपि प्रत्याम्लस्य किञ्चन सङ्घटकम् अस्ति।

क्षारीयम् अस्ति इति कारणेन एतत् उदरे अम्लस्य अधिकताम् उदासीनीकृत्य उपशमयति ।

(iii) एतस्य उपयोगः विक्षार-अम्ल-अग्निशामके अपि क्रियते।

प्रक्षालन-विक्षारम्

$Na_2CO_3.1OH_2O$ (प्रक्षालन-विक्षारम्) किञ्चन अन्यत् रसायनं यत् विक्षार-नीरेयतः प्राप्तुं शक्यते। भवन्तः उपरि दृष्टवन्तः यत् पाकचूर्णम् उष्णीकृत्य विक्षार-प्राङ्गारीयं प्राप्तुं शक्यते। विक्षार-प्राङ्गारीयस्य पुनः माणभीकरणेन प्रक्षालन-चूर्णं प्राप्यते। एतत् अपि किञ्चन क्षारीयं लवणम् अस्ति ।

$$Na_2CO_3 + 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3.10H_2O$$

(विक्षार-प्राङ्गारीयम्)

$10H_2O$ किं दर्शयति? किम् एतत् Na_2CO_3 आर्द्रीकरोति? वयम् एतस्य उत्तरम् अग्रिम-भागे पठिष्यामः।

विक्षार-प्राङ्गारीयं तथा च विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयं बह्वीनाम् औद्योगिक-प्रक्रियाणां कृते अपि उपयोगि रसायनम् अस्ति ।

प्रक्षालन-विक्षारस्य उपयोगः

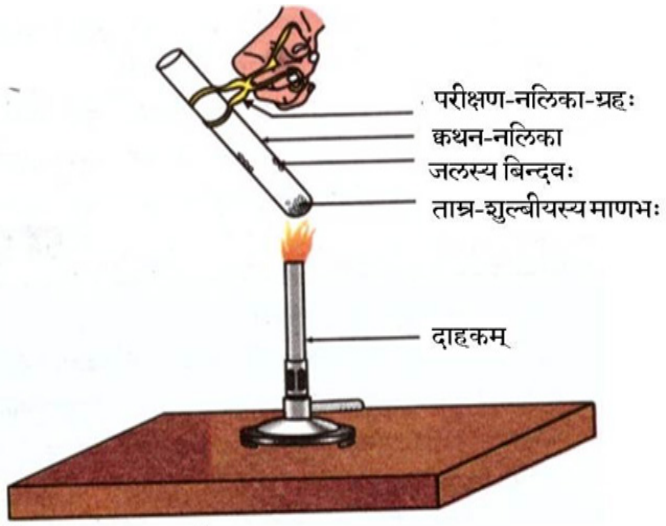
(i) विक्षार-प्राङ्गारीयस्य उपयोगः काचस्य फेनकस्य कर्गदस्य च उद्योगेषु भवति।

(ii) एतस्य उपयोगः रसशोधनस्य इव विक्षार-यौगिकस्य उत्पादने भवति ।

(iii) विक्षार-प्राङ्गारीयस्य उपयोगः गृहेषु स्वच्छतायै क्रियते।

(iv) जलस्य स्थायि-कठोरतायाः वारणाय एतस्य उपयोगः भवति।

2.4.4 किं लवणस्य माणभाः वस्तुतः शुष्काः सन्ति?



चित्रम् 2.9 माणभीकरणस्य जल-अपसारणम्

क्रियाकलापः 2.15

- ताम्र-शुल्बीयस्य कांश्चित् माणभान् शुष्क-क्वथन-नलिकायाम् उष्णीकुर्वन्तु
- उष्णीकरण-अनन्तरं ताम्र-शुल्बीयस्य वर्णः कः भवति?
- क्वथन-नलिकायां किं जलस्य बिन्दवः दृश्यन्ते ? एते कुतः आगताः?
- उष्णीकरणस्य पश्चात् प्राप्तस्य ताम्र-शुल्बीयस्य प्रतिदर्शे जलस्य द्वित्रान् बिन्दून् स्थापयन्तु।
- भवन्तः किं प्रेक्षणं कुर्वन्ति? किं ताम्र-शुल्बीयस्य नीलः वर्णः पुनः प्रत्यागच्छति?

शुष्केषु दृश्यमानेषु ताम्र-शुल्बीय-माणभेषु माणभीकरणस्य जलं भवति। यदा वयं माणभान् उष्णीकुर्मः तदा एतत् जलम् अपसरति तथा च लवणस्य वर्णः श्वेतः भवति ।

यदि भवन्तः माणभान् पुनः जलेन आर्द्रीकुर्वन्ति तर्हि माणभानां नीलवर्णः प्रत्यागच्छति।

लवणस्य एकसूत्र-घटके जलस्य निश्चित-अणूनां संख्या माणभीकरणस्य जलं कथ्यते।

ताम्र-शुल्बीयस्य एकसूत्र-घटके जलस्य पञ्च अणवः उपस्थिताः भवन्ति। जलीय- ताम्र-शुल्बीयस्य रासायनिकं सूत्रम् $CuSO_4$ $5H_2O$ अस्ति। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् $Na_2CO_3.10H_2O$ इत्यस्य अणुः आर्द्रः अस्ति अथवा न।

जिप्सम-खनिजं किञ्चन अन्यत् लवणमस्ति यस्मिन् माणभीकरणस्य जलं भवति। एतस्मिन् माणभीकरणस्य जलस्य अणुद्वयं भवति। अस्य सूत्रम् $CaSO_4.2H_2O$ अस्ति। अधुना वयम् एतस्य लवणस्य उपयोगानां विषये अवधानं दद्मः।

पेरिसस्य लेपः

जिप्सम-खनिजं 373 K इत्यत्र उष्णीकुर्मः चेत् एतत् जलस्य अणून् त्यक्त्वा छौरेय-शुल्बीयम् अर्धहाइड्रेट/हेमिहाइड्रेट (CaSO4.1/2 H2O) निर्माति। एषः पेरिसस्य लेपः कथ्यते। एतस्य पदार्थस्य उपयोगं वैद्याः भग्नानि अस्थीनि उचित-स्थाने स्थिरतया स्थापयितुं कुर्वन्ति। पेरिसस्य लेपः किञ्चन श्वेतचूर्णम् अस्ति यत् जलस्य योजनेन पुनः जिप्सम-खनिजं भूत्वा कठोरं सघन-पदार्थं प्रददाति।

$$CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O + 1\frac{1}{2}H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

(पेरिसस्य लेपः) (जिप्सम-खनिजम्)

ध्यानं ददतु यत् जलस्य केवलम् अर्धाणुः माणभीकरणस्य जलरूपेण संयुक्तः भवति। जलस्य अर्धाणुः कथं प्राप्यते? CaSO4 इत्यस्य द्विघटकसूत्रं जलस्य एकेन अणुना सह सहभागितां करोति। पेरिसस्य लेपस्य उपयोगः क्रीडनकानां निर्माणाय, सज्जतायाः वस्तुनिर्माणाय, तल-चिक्कण-करणाय क्रियते। परिजानन्तु यत् छौरेय-शुल्बीय-अर्धहाइड्रेट किमर्थं पेरिसस्य लेपः कथ्यते।

प्रश्नाः

1. CaOC12 यौगिकस्य प्रचलितं नाम किम् अस्ति?
2. तस्य पदार्थस्य नाम वदतु यः नीरजीतः क्रियां कृत्वा विरञ्जक-चूर्णं निर्माति।
3. कठोर-जलं मृदुकर्तुं कस्य विक्षार-यौगिकस्य उपयोगः क्रियते ?
4. विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयस्य विलयनम् उष्णीकरणेन किं भविष्यति ? एतस्याः अभिक्रियायाः कृते समीकरणं लिखन्तु।
5. पेरिसस्य लेपस्य जलेन सह अभिक्रियायाः कृते समीकरणं लिखन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- आम्ल-क्षाराः सूचकाः रञ्जकाः अथवा रञ्जकानां मिश्रणानि भवन्ति येषाम् उपयोगः अम्लस्य तथा च क्षारस्य उपस्थिति-सूचनाय क्रियते।
- विलयने H+(aq) आयनस्य निर्माण-कारणेन एव पदार्थस्य प्रकृतिः अम्ला भवति। विलयने OH-(aq) आयन-निर्माणेन पदार्थस्य प्रकृतिः क्षारीया भवति।
- यदा कश्चन अम्लः केनचित् धातुना सह अभिक्रियां करोति तदा उदजन-वातस्य उत्सर्जनं भवति। तथा च तदनुरूप-लवणस्य निर्माणं भवति।
- यदा क्षारः केनचित् धातुना सह अभिक्रियां करोति तदा उदजनवातस्य उत्सर्जनेन सह कस्यचित् लवणस्य निर्माणं भवति यस्य ऋणायनम् एकधातोः तथा च प्राणवायोः परमाणुभिः सह संयुक्त-रूपेण निर्मितं भवति।

- यदा अम्लः केनचित् धातुना प्राङ्गारीयेण अथवा उदजन-प्राङ्गारीयेण सह अभिक्रियां करोति तदा एतत् तदनुरूप-लवणम् अङ्गाराम्लवायुं तथा च जलम् उत्पादयति।
- जले अम्लीयम् तथा च क्षारीय-विलयनं विद्युतः चालनं करोति यतोहि एतत् क्रमशः उदजनस्य तथा च उदजारेयस्य आयन-निर्माणं करोति।
- अम्लस्य अथवा क्षारस्य प्रबलतायाः परीक्षणं PH (0-14) मापिकायाः उपयोगेन कर्तुं शक्यते यत् विलयने उदजन-आयनस्य सान्द्रतायाः परिमाणं भवति।
- एकस्य उदासीन-विलयनस्य PH मानं 7 भवति यद्यपि अम्लीय-मिश्रणस्य PH मानं 7 तः न्यूनं तथा च क्षारीय-मिश्रणस्य PH मानं 7 तः अधिकं भवति।
- सर्वेषु जीवेषु उपापचयस्य क्रिया PH इत्यस्य सर्वोत्तम-सीमायां भवति।
- सान्द्र-अम्लः अथवा क्षारः जलेन सह मिश्रीकरणं काचित् अत्यन्तम् ऊष्माक्षेपिणी अभिक्रिया अस्ति।
- अम्लाः तथा च क्षाराः परस्परं उदासीनं कृत्वा लवणस्य तथा च जलस्य निर्माणं कुर्वन्ति।
- लवणस्य एकसूत्र-घटके जलस्य निश्चित-अणूनां संख्या माणभी-करणस्य जलं कथ्यते।
- अस्माकं दैनिक-जीवने तथा च उद्योगेषु लवणस्य बहवः उपयोगाः सन्ति।

अभ्यासः

1. किञ्चन विलयनं रक्तशेवल-पत्रं नीलं करोति, एतस्य PH सम्भवतः किं भविष्यति?
   (a)1 (b) 4 (c) 5 (d) 10
2. किञ्चन विलयनम् अण्डस्य पिष्ट-कवचेन सह अभिक्रियां कृत्वा किञ्चन वातम् उत्पादयति यत् छौरय-जलं दुग्धवत् करोति। एतस्मिन् विलयने किं भविष्यति?
   NaC1 (b) HC1 (c) LiC1 (d) KC1
3. NaOH इत्यस्य 10 ml विलयनम्, HC1 इत्यस्य 8 ml विलयनेन पूर्णतः उदासीनं भवति। यदि वयं NaOH इत्यस्य तस्य एव विलयनस्य 20 ml स्वीकुर्याम तर्हि एतत् उदासीनीकरणाय HC1 इत्यस्य तस्य एव विलयनस्य कियत्याः मात्रायाः आवश्यकता भविष्यति?
   (a) 4 ml
   (b) 8 ml
   (c) 12 ml
   (d) 16 ml
4. अजीर्णस्य उपचारं कर्तुं निम्नेषु कस्य ओषधेः उपयोगः भवति?
   प्रतिजैविकम् (एण्टीबायोटिक)
   पीडाहारः (ऐनालजेसिक)
   प्रत्याम्लम् (ऐन्टैसिड)
   रोगाणु-रोधकः (एण्टीसेप्टिक)
5. निम्न-अभिक्रियायाः कृते प्रथमं शब्द-समीकरणं लिखन्तु तथा च तदनन्तरं सन्तुलितं समीकरणं लिखन्तु -
   सूक्ष्मः गन्धकीय-अम्लः कणमय-कुप्यातुना सह अभिक्रियां करोति।
   सूक्ष्मः हाइड्रोक्लोरिक-अम्लः भ्राजातु-पट्टिकया सह अभिक्रियां करोति।
   सूक्ष्मः गन्धकीय-अम्लः स्फटयातु-चूर्णेन सह अभिक्रियां करोति।
   सूक्ष्मः हाइड्रोक्लोरिक-अम्लः लोह-चीवरेण सह अभिक्रियां करोति।

6 मद्यसारे तथा च द्राक्षशर्करा-सदृशेषु यौगिकेषु अपि उदजनानि भवन्ति किन्तु एतेषां वर्गीकरणम् अम्लवत् न भवति। एकेन क्रियाकलापेन एतत् प्रमाणितं कुर्वन्तु।

7 आसवित-जलं विद्युतः चालकं किमर्थं न भवति यद्यपि वर्षाजलं भवति?

8 जलस्य अनुपस्थितौ अम्लस्य व्यवहारः अम्लीयः किमर्थं न भवति ?

9 पञ्च-विलयनेषु A,B,C,D, तथा च E इत्यादीनां यदा सार्वत्रिक-सूचकैः परीक्षणं क्रियते तदा PH मानं क्रमशः 4. 1. 11. 7 तथा च 9 प्राप्तं भवति। किं विलयनम् -

(a) उदासीनम् अस्ति?

(b) प्रबल-क्षारीयम् अस्ति?

(c) प्रबल-अम्लीयम् अस्ति?

(d) दुर्बल-अम्लीयम् अस्ति?

(e) दुर्बल-क्षारीयम् अस्ति?

PH इत्यस्य मानानि उदजन-आयनस्य सान्द्रतायाः आरोहि-क्रमे व्यवस्थितानि कुर्वन्तु।

10 परीक्षण-नलिकायां 'A' तथा च 'B' समान-दीर्घतायाः भ्राजातोः पट्टिकां स्वीकरोतु। 'A' परीक्षण-नलिकायां हाइड्रोक्लोरिक-अम्लं (HC1) तथा च 'B' परीक्षण-नलिकायां शुक्त-अम्लं (CH3- COOH) स्थापयन्तु । द्वयोः अम्लयोः मात्रा तथा च सान्द्रता समाना अस्ति। कस्यां परीक्षण-नलिकायां प्रबलतया बुद्बुद-शब्दः भविष्यति तथा च किमर्थम्?

11 प्रत्यग्र-दुग्धस्य PH मानं 6 भवति। दधि निर्माण-अनन्तरं तस्य PH माने किं परिवर्तनं भविष्यति ? स्व-उत्तरम् अवबोधयन्तु।

12 कश्चित् गोपालकः प्रत्यग्र-दुग्धे किञ्चित् पाकचूर्णं मेलयति।

(a) प्रत्यग्र-दुग्धस्य PH मानं 6 तः परिवर्त्य किञ्चित् क्षारीयं किमर्थं करोति ?

(b) एतस्य दुग्धस्य दधि-निर्माणे अधिक-समयः किमर्थम् अपेक्ष्यते ?

13 पेरिसस्य लेपः आर्द्र-रोधि-पात्रेषु किमर्थं स्थापनीयः? एतस्य व्याख्यां कुर्वन्तु ।

14 उदासीनीकरण-अभिक्रिया का अस्ति? उदाहरण-द्वयं ददतु।

15 प्रक्षालन-चूर्णस्य तथा च पाक-चूर्णस्य द्वौ-द्वौ प्रमुखौ उपयोगौ वदन्तु।

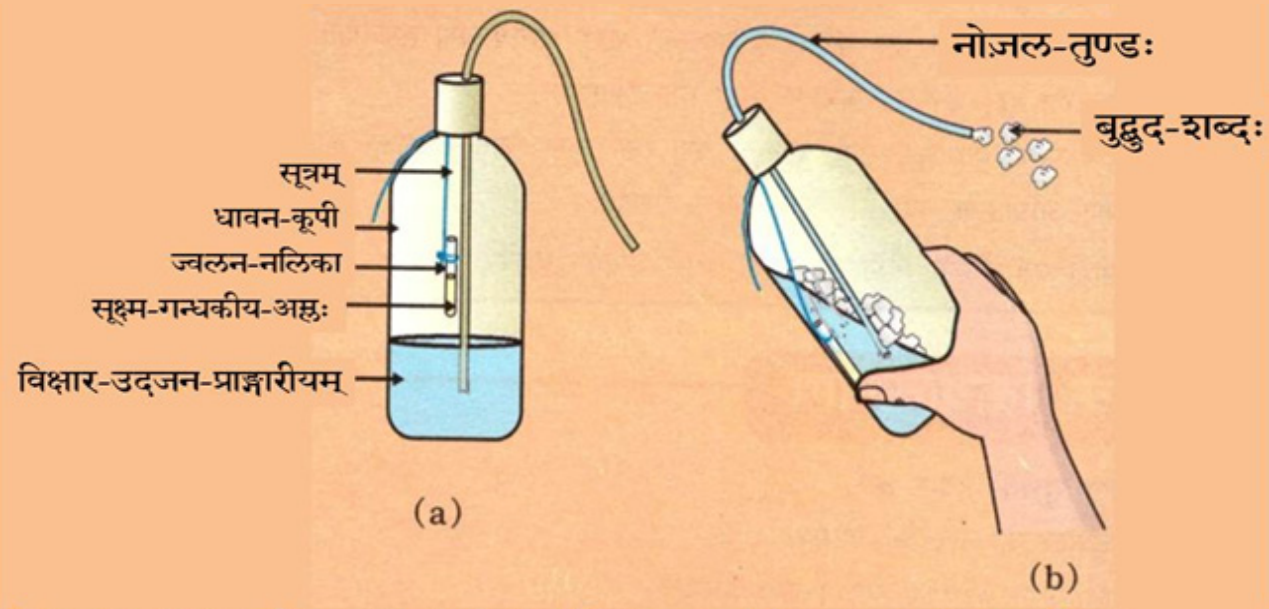
सामूहिक-क्रियाकलापः

(I) भवान् स्वसूचकं सज्जीकरोतु

- उलूखले पालङ्ग-मूलस्य पेषणं कुर्वन्तु।
- निष्कर्षं प्राप्तुं पर्याप्तं जलं मेलयन्तु।
- गतकक्ष्यासु पठितैः विधिभिः निष्कर्षस्य शोधनं कुर्वन्तु।
- पदार्थानां परीक्षणाय निस्यन्दम् एकत्र कुर्वन्तु। एतं पदार्थं प्रायः भवन्तः पूर्वम् अपि आस्वादितवन्तः सन्ति।
- परीक्षण-नलिका-स्तम्भे चतस्रः परीक्षण-नलिकाः व्यवस्थिताः कुर्वन्तु तथा च ताः A,B,C, तथा च D, इत्यनेन चिह्नितं कुर्वन्तु। परीक्षण-नलिकासु क्रमशः जम्बीर-रस-विलयनं, विक्षार-जलं, शुक्तं, पाक-चूर्णं च 2 ml स्थापयन्तु।
- प्रत्येकं परीक्षण-नलिकायां पालङ्ग-मूलस्य निष्कर्षस्य द्वित्रान् बिन्दून् मेलयन्तु तथा च वर्णे आगते परिवर्तने ध्यानं ददतु। स्व-निरीक्षणनि सारण्यां लिखन्तु।
- रक्त-पर्ण-शाकस्य पत्रैः, कानिचित् पुष्पाणि यथा नीलवर्णपुष्पं हाइड्रेण्जिया तथा च अधिरक्तपीतस्य पुष्पदलादिभिः तथा च कैश्चित् प्राकृतिक-निष्पीडनैः अपि भवन्तः सूचकान् निर्मातुं शक्नुवन्ति ।

(II) विक्षार-अम्लस्य अग्निशामकस्य च सज्जीकरणम्

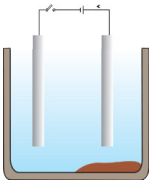
- अङ्गाराम्ल-वायोः उत्पादके अग्निशामके धातु-उदजन-प्राङ्गारीयेण सह अम्लस्य अभिक्रियायाः उपयोगः भवति।
- कस्याञ्चित् धावन-कूप्यां विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयम् ($NaHCO_3$) विलयनस्य 20 mL विलयनं स्वीकुर्वन्तु।
- सूक्ष्मां गन्धकीय-अम्लयुक्तां ज्वलन-नलिकां प्रक्षालन-कूप्याम् अवलम्बयन्तु।
- धावन-कूप्याः मुखं पिदधतु।
- धावन-कूपीम् एवं प्रकारेण अवनमयन्तु येन ज्वलन-नलिकायाः अम्लः विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीयस्य विलयनेन मिश्रितः भवेत्।
- भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् तुण्डात् बुद्बुद-शब्दः बहिः आगच्छति।
- एतं तुण्डं ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां प्रति आनयन्तु। किं भवति?



चित्रम् 2.10 (a) विक्षार-उदजन-प्राङ्गारीय-युक्तायां धावन-कूप्यां अवलम्बिता सूक्ष्म-गन्धकीय-अम्लवती ज्वलन-नलिका, (b) तुण्डात् बहिः आगच्छन् बुद्बुद-शब्दः

तृतीयः अध्यायः

धातवः अधातवः च



नवमकक्ष्यायां भवन्तः बहूनां तत्त्वानां विषये पठितवन्तः स्युः। भवन्तः दृष्टवन्तः यत् केन प्रकारेण तत्त्वानि तेषां गुण-धर्माणाम् आधारेण धातुषु तथा च अधातुषु वर्गीकृताः सन्ति।

- स्व-दैनिकजीवने धातूनां तथा च अधातूनाम् उपयोगानाम् उपरि विचारं कुर्वन्तु।
- भवतां विचारेण के गुणधर्माः तत्त्वानां धातुषु तथा च अधातुषु वर्गीकरणं कुर्वन्ति?
- केन प्रकारेण एते गुणधर्माः एतेषां तत्त्वानाम् उपयोगेन सम्बद्धाः सन्ति? वयम् एतेषां केषाञ्चन गुणधर्माणां विस्तरेण अध्ययनं करिष्यामः।

3.1 भौतिक-गुणधर्माः

3.1.1 धातुः

एतेषां पदार्थानां भौतिक-गुणधर्माणां तुलनां कृत्वा समूहेषु पृथक्करणम् अतीव सरलम् अस्ति। एतेषाम् अध्ययनार्थं वयं निम्न-क्रियाकलापानां सहायतां स्वीकुर्मः। 3.1 अनुभागतः 3.6 अनुभागे दत्तानां क्रियाकलापानां कृते निम्न-धातूनां — लौहस्य, ताम्रस्य, स्फटयातोः, भ्राजातोः, विक्षारस्य, सीसस्य, कुप्यातोः तथा च सरलतया प्राप्यमाणानां केषाञ्चन अन्य-धातूनां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 3.1

- लौहस्य, ताम्रस्य , स्फटयातोः तथा च भ्राजातोः प्रतिदर्शं स्वीकुर्वन्तु। प्रत्येकं प्रतिदर्शः कथं दृश्यते तस्य उपरि अवधानं कुर्वन्तु।
- सिकता-पत्रेण घर्षित्वा प्रत्येकं प्रतिदर्शस्य तलं स्वच्छीकृत्य तस्य स्वरूपस्य उपरि पुनः अवधानं कुर्वन्तु।

स्वस्य शुद्ध-रूपे धातोः तलः दीप्तिमयः भवति। धातोः एषः गुणधर्मः **धात्विक-प्रकाशः** कथ्यते।

क्रियाकलापः 3.2

- लौहस्य, ताम्रस्य, स्फटयातोः, तथा च भ्राजातोः किञ्चन लघु खण्डं स्वीकुर्वन्तु। एतान् धातून् तीक्ष्ण छुरिकया कर्तयितुं प्रयासं कुर्वन्तु तथा च स्वस्य प्रेक्षणानि लिखन्तु।
- सन्दंशेन विक्षार-धातोः किञ्चन खण्डं गृह्णन्तु?
  सावधानता–विक्षार-धातोःउपयोग-समये सर्वदा सावधानाःभवन्तु । शोधक-पत्रस्य मध्ये पीडयित्वा एतं शोषयन्तु।
- घटी-काचे स्थापयित्वा एतं छुरिकया कर्तयितुं प्रयासं कुर्वन्तु।
- भवन्तः किं दृष्टवन्तः?

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् धातवः सामान्यतः कठोराः भवन्ति। प्रत्येकं धातोः कठोरता भिन्ना भिन्ना भवति।

क्रियाकलापः 3.3

- लौहस्य, कुप्यातोः, सीसस्य तथा च ताम्रस्य खण्डान् स्वीकुर्वन्तु।
- कञ्चित् एकं धातुं लौहस्य खण्डे स्थापयित्वा चतुर्वारम् अथवा पञ्चवारं मुद्गरेण प्रहारं कुर्वन्तु। भवन्तः किं दृष्टवन्तः?
- अन्य-धातुभिः सह अपि एताम् एव क्रियां कुर्वन्तु।
- एतेषां धातूनाम् आकारे जातानि परिवर्तनानि लिखन्तु।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् कांश्चन धातून् ताडयित्वा सूक्ष्म-आस्तरणं निर्मातुं शक्यते। एषः गुणधर्मः आघात-वर्ध्यता कथ्यते। किं भवन्तः जानन्ति यत् स्वर्णं तथा च रजतं सर्वाधिकाः आघात-वर्ध्याः धातवः सन्ति?

क्रियाकलापः 3.4

- लौहः, ताम्रम्, स्फटयातुः, सीसः इत्यादिषु केषाञ्चित् धातूनाम् उपरि अवधानं कुर्वन्तु।
- एतेषु के धातवः तन्त्रीरूपेण अपि उपलब्धाः सन्ति।

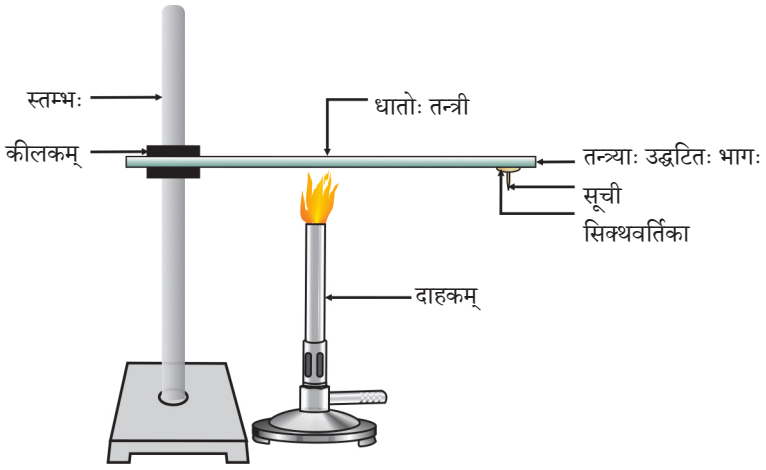
धातोः सूक्ष्मतन्त्रीरूपेण कर्षणस्य क्षमता तन्यता कथ्यते। स्वर्णं सर्वाधिकः तन्य-धातुः अस्ति। एतत् ज्ञात्वा भवताम् आश्चर्यं भविष्यति यत् एक-ग्राम-स्वर्णेन 2 km दीर्घा तन्त्री निर्मातुं शक्यते।

आघात-वर्ध्यतायाः तथा च तन्यतायाः कारणेन धातुभ्यः अस्माकम् आवश्यतायाः अनुसारं विभिन्न-आकाराः दातुं शक्यन्ते।

किं भवन्तः केषाञ्चन धातूनां नामानि वक्तुं शक्नुवन्ति येषाम् उपयोगः भोजनस्य पचनाय पात्राणां निर्माणाय च भवति? किं भवन्तः जानन्ति एतेषां धातूनाम् उपयोगः पात्राणां निर्माणाय किमर्थं क्रियते? एतस्य उत्तरं ज्ञातुम् आगच्छन्तु वयं निम्न-क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 3.5

- स्फटयातोः अथवा ताम्रस्य तन्त्रीं स्वीकुर्वन्तु। कीलकस्य साहाय्येन एतां तन्त्रीं स्तम्भेन सह बध्नन्तु यथा 3.1 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- तन्त्र्याः उद्धटिते शीर्षे सिक्थस्य उपयोगं कृत्वा काञ्चित् सूचीं संश्लेषयन्तु।
- भावदीपेन, सिक्थ-वर्तिकया, दाहकेन वा कीलकस्य समीपस्थां तन्त्रीम् उष्णीकुर्वन्तु।
- किञ्चित् कालानन्तरं भवन्तः किं पश्यन्ति?
- स्व-प्रेक्षणानि लिखन्तु। किं धातोः तन्त्री द्रविता भवति?



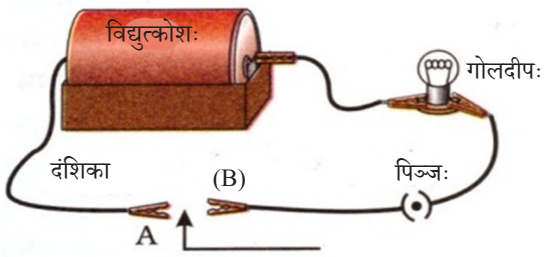
चित्रम् 3.1 धातवः ऊष्मायाः सुचालकाः भवन्ति

उपर्युक्तेन क्रियाकलापेन ज्ञायते यत् धातवः ऊष्मायाः सुचालकाः भवन्ति तथा च एतेषां द्रवाङ्काः अधिकाः भवन्ति। रजतं तथा च ताम्रम् ऊष्मायाः सर्वोत्तमं चालकं भवति। एतेषां तुलनायां सीसं तथा च पारदः ऊष्मायाः कुचालकः अस्ति।

किं धातवः विद्युतः अपि चालकाः सन्ति? आगच्छन्तु परिजानीमः।

क्रियाकलापः 3.6

- 3.2 चित्रवत् एकं विद्युत्-परिपथं सज्जीकुर्वन्तु।
- यस्य धातोः परीक्षणं कर्त्तव्यं तं परिपथे अन्त्यस्य (टर्मिनल) (A) तथा च अन्त्यस्य (टर्मिनल) (B) मध्ये तेनैव प्रकारेण स्थापयन्तु यथा चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- किं गोलदीपः ज्वलति? एतेन किं परिज्ञायते?



चित्रम् 3.2 धातवः विद्युतः सुचालकाः भवन्ति

भवद्भिः अवश्यं दृष्टं स्यात् यत् यया तन्त्र्या भवतां गृहपर्यन्तं विद्युत् प्राप्नोति तस्मिन् पॉलिवाइनिल-नीरेयम् (PVC) अथवा घृषेः इव सामग्र्याः स्तरः आवृतः भवति। विद्युतः तन्त्र्याम् एतादृशानां पदार्थानाम् आवरणं किमर्थं भवति?

यदा धातवः केनचित् कठोर-तलेन घट्टिताः भवन्ति तदा किं भवति? किं ते कमपि ध्वनिम् उत्पादयन्ति? ये धातवः कठोरेण तलेन सह घट्टनेन ध्वनिम् उत्पादयन्ति ते ध्वानिकाः (सोनोरस) कथ्यन्ते। किम् अधुना भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् विद्यालयस्य घण्टा किमर्थं धातुना निर्मिता भवति?

3.1.2 अधातुः

गतकक्ष्यासु भवन्तः अधीतवन्तः यत् धातूनां तुलनायाम् अधातूनां संख्या न्यूना अस्ति। कौकिलीयं, गन्धकः, जम्बुकी, उदजनम् इत्यादीनि अधातूनां कानिचन उदाहरणानि सन्ति। दुराघ्री एतादृशः अधातुः अस्ति यः द्रवः भवति। एतत् अतिरिच्य अन्ये सर्वे अधातवः घनाः भवन्ति अथवा वाताः भवन्ति। किं धातुवत् अधातूनाम् अपि केचन गुणधर्माः भवन्ति? आगच्छन्तु परिजानीमः।

क्रियाकलापः 3.7

- कौकिलीयस्य (अङ्गारस्य अथवा कौकिलेयस्य) गन्धकस्य जम्बुक्याः प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु।
- एतैः अधातुभिः 3.1 तः 3.6 पर्यन्तस्य क्रियाकलापान् आवर्तयन्तु तथा च स्व-प्रेक्षणानि लिखन्तु।

धातुभिः तथा च अधातुभिः सम्बद्धानि स्वप्रेक्षणानि सारण्यां 3.1 सङ्कलितानि कुर्वन्तु।

सारणी 3.1

तत्त्वानि,	चिह्नानि,	तलस्य प्रकारः,	कठोरता,	आघात-वर्ध्यता	तन्यता,	चालकता		ध्वानिकता
						विद्युत्	विद्युत्	

3.1 सारण्यां लिखितानां प्रेक्षणानाम् आधारेण स्वकक्ष्यायां धातूनां तथा च अधातूनां सामान्यान् गुणधर्मान् चर्चयन्तु। निश्चित-रूपेण भवन्तः एतं निष्कर्षं प्राप्स्यन्ति यत् केवलं भौतिकानां गुणधर्माणाम् आधारेण एव वयं तत्त्वानां वर्गीकरणं कर्तुं न शक्नुमः यतोहि एतस्मिन् केचन अपवादाः सन्ति। उदाहरणार्थम्

(i) पारदं त्यक्त्वा सर्वे धातवः प्रकोष्ठस्य तापे घन-अवस्थायां प्राप्यन्ते। 3.5 क्रियाकलापे भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् धातूनां द्रवाङ्कः अधिकः भवति परं द्रवातोः द्युधातोः द्रवाङ्कः बहु न्यूनः भवति। यदि भवन्तः स्वकरतले एतौ द्वौ धातू स्थापयिष्यन्ति चेत् एतौ द्रविष्यतः।

(ii) जम्बुकी अधातुः भूत्वा अपि प्रकाशमानः भवति।

(iii) कौकिलीयम् एतादृशः अधातुः अस्ति यः विभिन्नेषु रूपेषु विद्यमानः भवति। प्रत्येकं रूपम् अपररूपं कथ्यते। हीरः कौकिलीयस्य कश्चन अपररूपः अस्ति। एषः अतीव कठोरः प्राकृतिकः पदार्थः अस्ति तथा च एतस्य द्रवाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः बहु- अधिकः भवति। कौकिलीयस्य किञ्चन अन्यत् अपरं रूपं कौकिलेयम् अस्ति यत् विद्युतः सुचालकम् अस्ति।

(iv) क्षारीय-धातुः (लघ्वातुः विक्षारः भ्राजातुः) एतावान् कोमलः भवति यत् तं छुरिकया अपि कर्तयितुं शक्नुमः। एतस्य घनत्वं तथा च द्रवाङ्काः न्यूनाः भवन्ति।

तत्त्वानि तेषां रासायनिक-गुणधर्माणाम् आधारेण अधिक-स्पष्टतया धातुषु अधातुषु वर्गीकर्तुं शक्नुमः।

क्रियाकलापः 3.8

- भ्राजातोः एकां पट्टिकां तथा च किञ्चित् गन्धक-चूर्णं स्वीकुर्वन्तु।
- भ्राजातोः पट्टिकायाः दहनं कुर्वन्तु। तस्य भस्म एकत्र कृत्वा तत् जले मिश्रयन्तु।
- रक्तेन तथा च नील-शेवल-पत्रेण प्राप्तस्य मिश्रणस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।
- भ्राजातोः दहनेन यत् उत्पादनं प्राप्तं तत् अम्लीयम् अस्ति अथवा क्षारीयम् अस्ति?
- अधुना गन्धक-चूर्णस्य दहनं कुर्वन्तु। दहनेन उत्पन्नं धूमम् एकत्र कर्तुं तस्य उपरि एकां परीक्षण-नलिकां स्थापयन्तु।
- एतस्यां परीक्षण-नलिकायां जलं स्थापयित्वा तत् सम्यक्तया मेलयन्तु।

- नीलेन तथा च रक्त-शेवल-पत्रेण एतस्य विलयनस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।
- गन्धकस्य दहनेन उत्पन्नः पदार्थः अम्लीयः अस्ति अथवा क्षारीयः अस्ति।
- किं भवन्तः एतासाम् अभिक्रियाणां समीकरणं लेखितुं शक्नुवन्ति?

अधिकांशाः अधातवः जारेयं प्रयच्छन्ति ये जले विलीय अम्लं निर्मान्ति। तत्र एव अधिकांशाः धातवः क्षारीयं जारेयं प्रयच्छन्ति। अग्रिमे भागे भवन्तः धातूनां तथा च जारेयाणां विषये अधिक-सूचनां प्राप्स्यन्ति।

प्रश्नाः

1 एतादृशस्य धातोः उदाहरणं यच्छन्तु यः

(i) प्रकोष्ठस्य तापे द्रवः भवति। (ii) छुरिकया सरलतया कर्तयितुं शक्यते।

(iii) ऊष्मायाः सर्वोत्तमः चालकः भवति। (iv) ऊष्मायाः कुचालकः भवति।

2 आघात-वर्ध्यस्य तथा च तन्यस्य अर्थं वदन्तु।

3.2. धातूनां रासायिकाः गुणधर्माः

धातूनां रासायनिक-गुणधर्माणां विषये वयं 3.2.1 तः 3.2.4 भागेषु पठिष्यामः। एतदर्थं निम्न-धातूनां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु - स्फटयातुः, ताम्रम्, लौहः, सीसम्, भ्राजातुः, कुप्यातुः, तथा च विक्षारः।

3.2.1 धातूनां वायौ दहनेन किं भवति?

3.8 क्रियाकलापे भवन्तः दृष्टवन्तः यत् वायौ दीप्तिमय-श्वेतज्वालया सह भ्राजातोः दहनं भवति। किं सर्वे अपि धातवः एतादृशीम् अभिक्रियां कुर्वन्ति? आगच्छन्तु निम्न-क्रियाकलापैः एतस्य परीक्षणं कुर्मः।

क्रियाकलापः 3.9

सावधानता – निम्न-क्रियाकलापे शिक्षकस्य सहयोगः आवश्यकः। नेत्रयोः सुरक्षायै छात्रः उपनेत्रं धरति चेत् उत्तमं भविष्यति।

- एकत्र कृतं कञ्चित् धातुं सन्दंशेन धृत्वा ज्वालायां तस्य दहनं कुर्वन्तु। अन्य-धातुभिः सह अपि एताम् एव क्रियाम् आवर्तयन्तु।
- एतेन उत्पन्नं पदार्थम् एकत्र कुर्वन्तु।
- उत्पादस्य तथा च धातोः तलं शीतलं भवेत्।
- कस्य धातोः दहनं सरलतया भवति?
- यदा धातोः दहनं भवति स्म तदा ज्वालायाः कः वर्णः आसीत्?
- दहनस्य अनन्तरं धातोः तलं कथं प्रतीयते?
- धातून् प्राणवायुना सह अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण अपचयक्रमे व्यवस्थितान् कुर्वन्तु।
- किम् एतेषाम् उत्पादाः जले मिश्रणशीलाः सन्ति?

प्रायः सर्वे अपि धातवः प्राणवायुना सह मिलित्वा सङ्गत-धातोः जारेयं निर्मान्ति।

धातुः + प्राणवायुः → धातुः जारेयम्

उदाहरणार्थम्, यदा ताम्रं वायोः उपस्थितौ उष्णीक्रियते तदा एतत् प्राणवायुना सह

मिलित्वा कृष्णवर्णीयं ताम्रं (II) जारेयं च निर्माति।

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

(ताम्रम्) [ताम्रं (II) जारेयम्]

एतेन एव प्रकारेण स्फटयातुः स्फटयातु-जारेयं प्रददाति।

$$4A1 + 3O_2 \rightarrow 2A1_2O_3$$

(स्फटयातुः) (स्फटयातु-जारेयम्)

द्वितीये अध्याये भवद्भिः दृष्टं स्यात् यत् ताम्रजारेयं हाइड्रोक्लोरिक-अम्लेन सह कथम् अभिक्रियां करोति। वयं जानीमः यत् जारेयधातोः प्रकृतिः क्षारीया भवति। किन्तु स्फटयातु-जारेयं कुप्यातु-जारेयम् इव केचन धातवः जारेय-अम्लीयं तथा च क्षारीयं द्विविधम् अपि व्यवहारं प्रदर्शयन्ति। एतादृशः जारेय-धातुः अम्लेन तथा च क्षारेण सह अभिक्रियां कृत्वा लवणं तथा च जलं प्रयच्छति, एतानि उभयधर्मि-जारेयाणि कथ्यन्ते। अम्लेन तथा च क्षारेण सह स्फटयातु-जारेयं निम्न-प्रकारेण अभिक्रियां करोति।

$$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

अधिकांशाः धातवः जले अविलयशीलाः भवन्ति किन्तु एतेषु केचन जले विलीय क्षारं प्रयच्छन्ति। विक्षार-जारेयं तथा च दहातु-जारेयं निम्न-प्रकारेण जले विलीय क्षारं प्रयच्छति -

$$Na2O(s) + H2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$$

$$K2O(s) + H2O(l) \rightarrow 2KOH(aq)$$

3.9 क्रियाकलापे अस्माभिः दृष्टं यत् प्राणवायुना सह सर्वे अपि धातवः एकेन एव प्रकारेण अभिक्रियां न कुर्वन्ति। विभिन्नाः धातवः प्राणवायुना सह विभिन्नाः अभिक्रियाशीलतां प्रदर्शयन्ति। दहातुः तथा च विक्षारादयः केचन धातवः एतावत्या तीव्रतया अभिक्रियां कुर्वन्ति यत् उद्धटिते स्थाने स्थापनेन प्रज्वलन्ति। अतः एतेषां रक्षणाय तथा च आकस्मिक-अग्नेः वारणाय मृत्तैले निमज्य स्थाप्यते। सामान्य-तापे भ्राजातुः, स्फटयातुः, कुप्यातुः, सीसादि- धातूनां तले जारेयस्य सूक्ष्मस्तरः आवृतः भवति। जारेयस्य एषः स्तरः धातून् पुनः प्रजारणेन सुरक्षितं स्थापयति। उष्णीकरणेन लौहस्य दहनं तु न भवति किन्तु यदा दाहकस्य ज्वालायां लौहस्य चूर्णं स्थाप्यते तदा तत् तीव्रतया ज्वलति। ताम्रस्य दहनं तु न भवति किन्तु उष्णधातौ ताम्रं (II) जारेयस्य कृष्णवर्णीयः स्तरः आवृतः भवति। रजतं तथा च स्वर्णम् अत्यधिक-तापे अपि प्राणवायुना सह अभिक्रियां न करोति।

किं भवन्तः जानन्ति ?

निद्वारीकरणं स्फटयातौ जारेयस्य स्थूल-स्तरस्य निर्माण-प्रक्रिया अस्ति। वायोः सम्पर्के आगमनेन स्फटयातौ जारेयस्य सूक्ष्म-स्तरस्य निर्माणं भवति। स्फटयातुः जारेयस्य स्तरः एतं संक्षारणात् रक्षति। एतं स्तरं स्थूलं कृत्वा एषः सङ्क्षारणात् अधिकं रक्षितुं शक्यते। निद्वारीकरणाय स्फटयातोः एकं स्वच्छं वस्तु निद्वारे निर्माय सूक्ष्म-गन्धकीय-अम्लेन सह एतस्य विद्युत्-अपघटनं कार्यते। निद्वारे उत्सर्जितं प्राणवायु-वातं स्फटयातुना सह अभिक्रियां कृत्वा जारेयस्य स्थूलस्तरं निर्माति। एतस्य जारेयस्य स्तरं सरलतया रञ्जित्वा स्फटयातोः आकर्षकाणि वस्तूनि निर्मातुं शक्नुमः

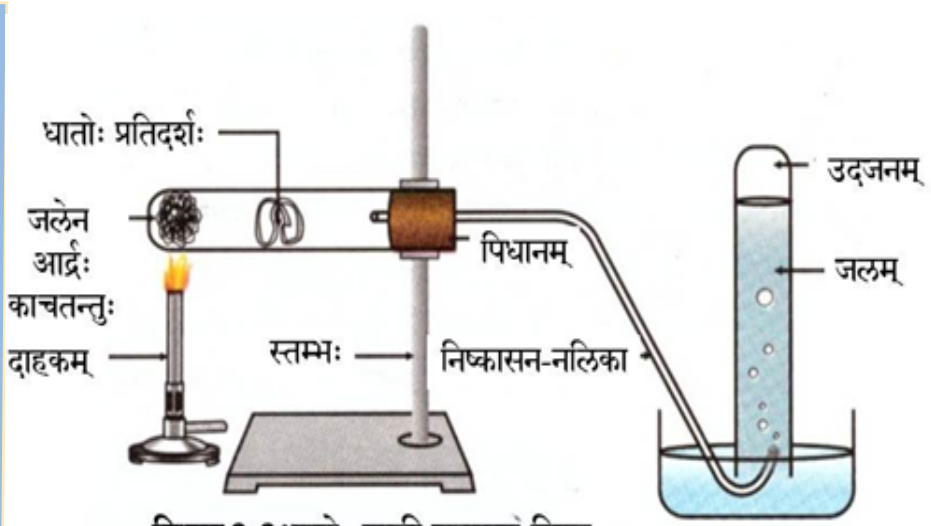
3.9 क्रियाकलापस्य करणानन्तरं भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् तेषां धातूनां प्रतिदर्शेषु विक्षारः सर्वस्मात् अधिकः अभिक्रियाशीलः भवति। भ्राजातुः मन्दाम् अभिक्रियां करोति तथा च एषः विक्षारस्य अपेक्षया न्यूनः अभिक्रियाशीलः भवति। किन्तु प्राणवायौ दहनेन अस्माकं कुप्यातोः, लौहस्य, ताम्रस्य तथा च सीसस्य अभिक्रियाशीलतायाः ज्ञानं न भवति। काञ्चन अन्याः अभिक्रियाः दृष्ट्वा वयम् एतेषां धातूनाम् अभिक्रियाशीलतायाः क्रमं निर्मातुं प्रयत्नं कुर्मः।

3.2.2 धातवः यदा जलेन सह अभिक्रियां कुर्वन्ति तदा किं भवति?

क्रियाकलापः 3.10

सावधानता-एतस्मिन् क्रियाकलापेशिक्षकस्य सहयोगस्य आवश्यकता अस्ति।

- 3.9 क्रियाकलापवत् समान-धातूनां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु।
- शीतल-जलेन अर्धपूरिते काचपात्रे प्रतिदर्शस्य लघुखण्डान् पृथक्-पृथक् स्थापयन्तु।
- कःधातुः शीतल-जलेन अभिक्रियां करोति? शीतल-जलेन सह अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण तान् आरोहिक्रमेण व्यवस्थितान् कुर्वन्तु।
- किं कश्चन धातुः जले अग्निम् उत्पादयति?
- किञ्चित् कालानन्तरं किं कश्चन धातुः जले तरति?
- ये धातवः शीतल-जलेन सह अभिक्रियां न कुर्वन्ति तान् एतादृशेषु काचपात्रेषु स्थापयन्तु ये उष्णजलेन अर्धं पूर्णाः स्युः।
- ये धातवः उष्णजलेन सह अभिक्रियां न कुर्वन्ति तस्मै 3.3 चित्रवत् उपकरणं व्यवस्थितं कुर्वन्तु तथा च वाष्पेन सह तस्य अभिक्रियायाः प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- के धातवः वाष्पेन सह अपि अभिक्रियां न कुर्वन्ति?
- जलेन सह अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण धातून् आरोहिक्रमेण व्यवस्थितान् कुर्वन्तु।



चित्रम् 3.3 धातोः उपरि बाष्पस्य क्रिया

जलेन सह अभिक्रियां कृत्वा धातवः उदजन-वातं तथा च जारेयम् उत्पादयन्ति। ये धातवः जारेय-जले विलयशीलाः सन्ति ते धातवः जले विलीय उदजारेयं प्रयच्छन्ति। किन्तु सर्वे धातवः जलेन सह अभिक्रियां न कुर्वन्ति।

धातुः + जलं → धातुजारेयम् + उदजनम्

धातुजारेयम् + जलं → धातुः उदजारेयम्

दहातुः तथा च विक्षारः इव धातवः शीतल-जलेन सह तीव्रतया अभिक्रियां कुर्वन्ति। विक्षारस्य तथा च दहातोः अभिक्रिया तीव्रा तथा ऊष्माक्षेपिणी भवति एतेन उत्सर्जित-उदजनं झटिति प्रज्वलति।

$2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g) +$ ऊष्मीया ऊर्जा

$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g) +$ ऊष्मीया ऊर्जा

जलेन सह छौरेयस्य अभिक्रिया किञ्चित् मन्दा भवति। अत्र उत्सर्जिता ऊष्मा उदजनस्य प्रज्वलनाय पर्याप्ता न भवति।

$$Ca(s) + 2H2O\ (l) \rightarrow Ca(OH)2(aq) + H2(g)$$

यतोहि उपर्युक्त-अभिक्रियायाम् उत्पन्नानि उदजन-वातस्य बुद्बुदानि छौरेयधातोः तले संश्लिष्टानि भवन्ति। अतः छौरेयस्य तरणम् आरभ्यते।

भ्राजातुः शीतल-जलेन सह अभिक्रियां न करोति किन्तु उष्ण-जलेन सह अभिक्रियां कृत्वा सः भ्राजातु-उदजारेयं तथा च उदजनवातम् उत्पादयति। यतोहि उदजन-वातस्य बुद्बुदानि भ्राजातु-धातोः तले संश्लिष्टानि भवन्ति। अतः एतदपि तरणं प्रारभते।

स्फटयातुः, लौहः, तथा च कुप्यातुः इव धातवः न शीतल-जलेन सह तथा च नैव च उष्ण-जलेन सह अभिक्रियां कुर्वन्ति। अपि तु वाष्पेन सह अभिक्रियां कृत्वा एते धातु-जारेयं तथा च उदजनं प्रददति।

$$2Al(s) + 3H_2O\ (g) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3H_2\ (g)$$
$$3Fe(s) + 4H_2O\ (g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2\ (g)$$

सीसं, ताम्रं, रजतं तथा च सुवर्णम् इव धातवः जलेन सह सर्वथा अभिक्रियां न कुर्वन्ति।

3.2.3 किं भवति यदा धातवः अम्लैः सह अभिक्रियां कुर्वन्ति?

भवन्तः पूर्वम् एव अधीतवन्तः सन्ति यत् धातवः अम्लेन सह अभिक्रियां कृत्वा सङ्गत-लवणं तथा च उदजन-वातं प्रददति।

धातुः + सूक्ष्म-अम्लः → लवणम् + उदजनम्

किन्तु किं सर्वेऽपि धातवः एवं प्रकारेण अभिक्रियां कुर्वन्ति? आगच्छन्तु परिजानीमः।

क्रियाकलापः 3.11

- विक्षारं तथा च दहातुम् अतिरिच्य अवशिष्टानां सर्वेषां धातूनां प्रतिदर्शम् एकत्र कुर्वन्तु यदि प्रतिदर्शः मलिनः अस्ति तर्हि सिकतापत्रेण घर्षित्वा तं स्वच्छीकुर्वन्तु।
- **सावधानता** – विक्षारं तथा च दहातुं न स्वीकुर्वन्तु यतोहि तौ शीतल-जलेन सह अपि तीव्रतया अभिक्रियां कुरुतः।
- प्रतिदर्शं पृथक्-पृथक् सूक्ष्म-हाइड्रोक्लोरिक-अम्लयुक्त-परीक्षण-नलिकासु स्थापयन्तु।
- तापमापकं परीक्षण-नलिकासु एवं प्रकारेण अवलम्बयन्तु येन तस्य गोलदीपः अम्ले निमज्जितः भवेत्।
- बुद्बुदस्य अनुपातस्य सावधानीपूर्वकं प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- के धातवः सूक्ष्म-हाइड्रोक्लोरिक-अम्लेन सह तीव्रतया अभिक्रियां कुर्वन्ति?
- भवन्तः केन धातुना सह सर्वाधिकस्य तापस्य टिप्पणीं लिखितवन्तः?
- सूक्ष्म-अम्लेन सह अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण धातून् व्यवस्थितान् कुर्वन्तु।

सूक्ष्म- हाइड्रोक्लोरिक-अम्लेन सह भ्राजातोः, स्फटयातोः, कुप्यातोः तथा च लौहस्य अभिक्रियाणां कृते समीकरणं लिखन्तु।

यदा धातवः नाइट्रिक-अम्लेन सह अभिक्रियां कुर्वन्ति तदा उदजन-वातः उत्सर्जितः न भवति। यतोहि HNO_3 कश्चन प्रबलः प्रजारकः भवति यः उत्पन्नं H_2 प्रजारणं कृत्वा जले

परिवर्तयति तथा च स्वयं भूयातेः कस्मिंश्चित् जारेये (N_2O, NO, NO_2)अपचयितः भवति। किन्तु भ्राजातुः (Mg) एवं चुम्बकं (Mn), अतिसूक्ष्मेण HNO_3 सह अभिक्रियां कृत्वा H_2 वातम् उत्सृजति।

3.11 क्रियाकलापे भवद्भिः दृष्टं यत् बुद्बुद-निर्माणस्य अनुपातः भ्राजातुना सह सर्वाधिकः आसीत्। एतस्यां स्थितौ अभिक्रिया सर्वाधिका ऊष्माक्षेपिणी आसीत्। अभिक्रियाशीलता एतस्मिन् क्रमे अपक्षीयते - Mg> Al>Zn>Fe1 ताम्रस्य स्थितौ न तु बुद्बुदानि भवन्ति नैव च तापे किमपि परिवर्तनं भवति। एतेन ज्ञायते यत् ताम्रं सूक्ष्मेण HC1 सह अभिक्रियां न करोति ।

किं भवन्तः जानन्ति?

ऐक्वा रेजिया - (रॉयलजलस्य लैटिन-शब्दः) 3.1 अनुपाते सान्द्र-हाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य तथा च सान्द्र-नाइट्रिक-अम्लस्य प्रत्यग्र-मिश्रणं भवति। एतत् स्वर्णस्य विलयं कर्तुं शक्नोति यद्यपि द्वयोः कस्मिंश्चित् अम्ले एकाकिनी एषा क्षमता न भवति। ऐक्वा रेजिया जाज्वल्यमान-द्रवेण सह
प्रबल-संक्षारकः अस्ति। एषः तेषु अभिकर्मकेषु एकः अस्ति यः स्वर्णस्य तथा च महातोः विलयने समर्थः भवति।

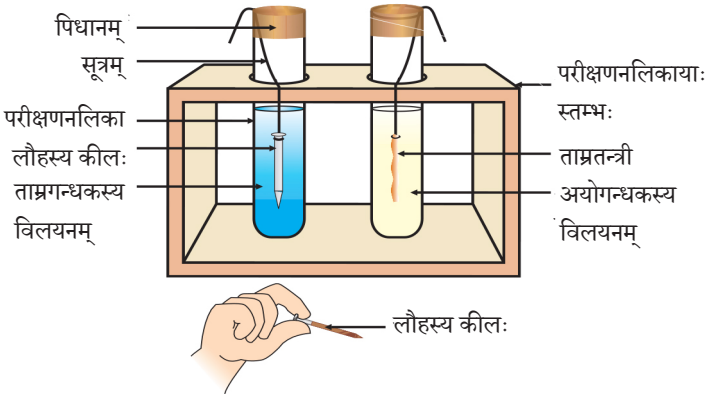
3.2.4 अन्येषां धातु-लवणानां विलयनेन सह धातवः कथम् अभिक्रियां कुर्वन्ति?

क्रियाकलापः 3.12

- ताम्रस्य एकां स्वच्छां तन्त्रीं तथा च लौहस्य एकं कीलं स्वीकुर्वन्तु।
- ताम्रस्य तन्त्रीं परीक्षण-नलिकायां स्थापितस्य अयोगन्धकस्य विलयने तथा च लौहस्य कीलम् अपरस्यां परीक्षण-नलिकायां स्थापितस्य ताम्र-गन्धकस्य विलयने स्थापयन्तु (चित्रम् 3.4)।
- 20 निमेषानन्तरं स्वप्रेक्षणानां वृत्तम् लिखन्तु।
- कस्यां परीक्षण-नलिकायां का अभिक्रिया अभवत् , भवता एतत् परिज्ञायते?
- केन आधारेण भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् वस्तुतः कापि अभिक्रिया अभवत्?
- किं भवन्तः स्वप्रेक्षणानि 3.9, 3.10 तथा च 3.11 क्रियाकलापेन सह कमपि सम्बन्धं स्थापयितुं शक्नुवन्ति?
- एतस्याः अभिक्रियायाः कृते सन्तुलितं रासायनिक-समीकरणं लिखन्तु।
- एषा कीदृशी अभिक्रिया अस्ति?

अभिक्रियाशीलः धातुः स्वस्मात् न्यूनम् अभिक्रियाशीलं धातुं तस्य यौगिकस्य विलयनात् अथवा गलित-अवस्थातः विस्थापितं करोति।

गतखण्डे अस्माभिः दृष्टं यत् सर्वेषां धातूनाम् अभिक्रियाशीलता समाना न भवति। अस्माभिः प्राणवायुना, जलेन तथा च अम्लेन सह विभिन्न-धातूनाम् अभिक्रियाशीलतायाः परीक्षणं कृतम्। किन्तु सर्वेऽपि धातवः एतैः अभिकर्मकैः सह अभिक्रियां न कुर्वन्ति। अतः वयं सर्वेषां धातूनां प्रतिदर्शम् अभिक्रियाशीलतायाः अवरोहिक्रमे स्थापितुं न शक्तवन्तः।



चित्रम् 3.4 धातोः लवणविलयनेन सह अभिक्रिया

भवता प्रथमे अध्याये यासां विस्थापन-अभिक्रियाणाम् अध्ययनं कृतं तत् धातूनाम् अभिक्रियाशीलतायाः उत्तमं प्रमाणं प्रस्तौति। एतस्य अवगमनं बहु सुकरं तथा च सरलम् अस्ति। यदि (A) धातुः (B) धातुं तस्य विलयनात् विस्थापयति तर्हि एषः (B) धातोः अपेक्षया अधिकः अभिक्रियाशीलः अस्ति।

धातुः (A) + (B) इत्यस्य लवणविलयनम् → (A) इत्यस्य लवणविलयम् + (B) धातुः (B)

3.12 क्रियाकलापे भवतां प्रेक्षणानाम् आधारेण ताम्रे तथा च लौहे कः धातुः अधिकः अभिक्रियाशीलः अस्ति?

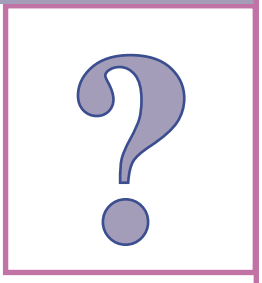
3.2.5 सक्रियताश्रेणी

सक्रियताश्रेणी सा सूची अस्ति यस्यां धातूनां क्रियाशीलता अवरोहिक्रमेण व्यवस्थिता क्रियते। विस्थापनस्य प्रयोगात् परं (क्रियाकलापः 1.9 तथा च 3.12) निम्न-श्रेणी (सारणी 3.2) विकासिता या सक्रियताश्रेणी कथ्यते।

सारणी 3.2 सक्रियताश्रेणी - धातूनां सापेक्ष-अभिक्रियाशीलताः

K	दहातुः	सर्वाधिकः अभिक्रियाशीलः
Na	विक्षारः	
Ca	छौरेयम्	
Mg	भ्राजातुः	
Al	स्फटयातुः	
Zn	कुप्यातुः	क्षीयमाणः अभिक्रियाशीलः
Fe	लौहः	
Pb	सीसम्	
(H)	उदजनवायुः	
Cu	ताम्रम्	
Hg	पारदः	
Ag	रजतम्	
Au	स्वर्णम्स	सर्वस्मात् न्यूनः अभिक्रियाशीलः

प्रश्नाः



1 विक्षारं मृत्तैले निमज्य किमर्थं स्थाप्यते?

2 एतासाम् अभिक्रियाणां कृते समीकरणं लिखन्तु -

(i) वाष्पेण सह लौहः।

(ii) जलेन सह छौरेयं तथा च दहातुः।

3 A,B,C, तथा च D चतुर्णां धातूनां प्रतिदर्शं स्वीकृत्य एकैकशः निम्न-विलयने पातितः। एतेन प्राप्तः परिणामः निम्न-प्रकारेण सारणीबद्धः कृतः एतस्याः सारण्याः उपयोगं कृत्वा धातोः A,B,C, तथा च D, सम्बन्धे निम्न-प्रश्नानाम् उत्तरं ददतु -

धातुः	लौहः(II) शुल्बीयम्	ताम्रं (II) गन्धकम्	कुप्यातु-गन्धकं	रजत-भूयीयम्
A	कापि अभिक्रिया न	विस्थापनम्		
B	विस्थापनम्		कापि अभिक्रिया न	
C	कापि अभिक्रिया न	कापि अभिक्रिया न	कापि अभिक्रिया न	विस्थापनम्
D	कापि अभिक्रिया न	कापि अभिक्रिया न	कापि अभिक्रिया न	कापि अभिक्रिया न

(i) सर्वाधिकः अभिक्रियाशीलः धातुः कः अस्ति?

(ii) B धातुः ताम्र (II) गन्धकस्य विलयने स्थापत्यते चेत् किं भविष्यति?

(iii) A,B,C, तथा च D धातुम् अभिक्रियाशीलतायाः क्षीयमाण-क्रमे व्यवस्थितं कुर्वन्तु।

4 अभिक्रियाशीलं धातुं सूक्ष्म-हाइड्रोक्लोरिक-अम्ले स्थापत्यते चेत् कः वातः निस्सरति? लौहेन सह सूक्ष्म-H2SO4 इत्यस्य रासायनिक-अभिक्रियां लिखन्तु।

5 कुप्यातोः लौह-(II) गन्धकस्य विलयने स्थापनेन किं भवति? एतस्य रासायनिक- अभिक्रियां लिखन्तु।

3.3 धातवः तथा च अधातवः कथम् अभिक्रियां कुर्वन्ति?

उपर्युक्त-क्रियाकलापेषु भवन्तः कैश्चित् अभिकर्मकैः सह धातूनाम् अभिक्रियाः दृष्टवन्तः। धातवः एतादृशीः अभिक्रियाः किमर्थं प्रदर्शयन्ति? नवमकक्षायाम् अधीतानां तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासस्य स्मरणं कुर्वन्तु? अस्माभिः ज्ञातं यत् संयोजकतायाः कोश-पूर्णता-कारणेन उत्कृष्ट-वातानां रासायनिक-अभिक्रियाः बहुन्यूनाः भवन्ति। अतः वयं तत्त्वानाम् अभिक्रियाशीलतां, संयोजकतायाः कोशपूरणस्य प्रवृत्ति-रूपेण अवगन्तुं शक्नुमः।

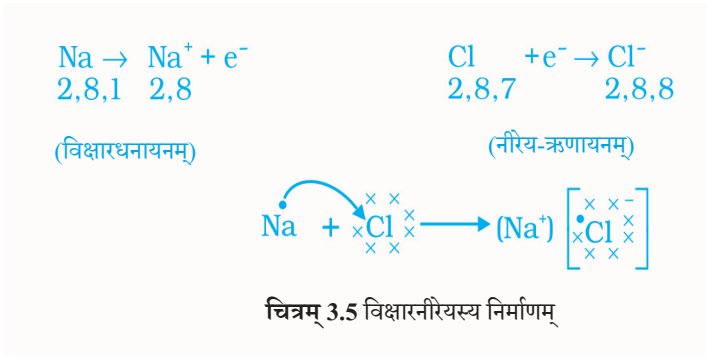
उत्कृष्ट-वातानां तथा च केषाञ्चन धातूनां अपि च अधातूनां वैद्युतक-विन्यासे ध्यानं ददतु। 3.3 सारण्यां वयं द्रष्टुं शक्नुमः यत् विक्षारः परमाणोः बाह्यतम-कोशे केवलम् एकः विद्युदणुः अस्ति। यदि एषः स्व M कोशात् एकं विद्युदणुं त्यजति तदा L कोशः एतस्य बाह्यतम-कोशः भवति यस्मिन् स्थायि-अष्टकाः उपस्थिताः सन्ति। एतस्य परमाणोः केन्द्रके 11 प्राणवः सन्ति परं विद्युदणूनां संख्या 10 अस्ति इति कारणेन एतस्मिन् धनावेशस्य अधिकता भवति तथा च विक्षारः धनायनं Na^+ प्रददाति। अपरत्र, नीरज्याः बाह्यतम-कोशे 7 विद्युदणवः भवन्ति तथा च अष्टकपूर्तिः भवितुम् एतस्य कृते एकस्य विद्युदणोः आवश्यकता भवति। यदि विक्षारः तथा च नीरजी अभिक्रियां करोति तर्हि विक्षार-द्वारा त्यक्तम् एकं विद्युदणुं नीरजी गृह्णाति।

एकं विद्युदणुं गृहीत्वा नीरजी-परमाणुः घटक-ऋणावेशं प्राप्नोति यतोहि एतस्य नाभिके 17 प्राणवः भवन्ति तथा च एतस्य K, L, तथा च M कोशेषु 18 विद्युदणवः भवन्ति। एतेन नीरेयम् ऋणायनं प्राप्नोति। अतः एषः द्वयोः तत्त्वयोः मध्ये निम्न-प्रकारेण आदान-प्रदानस्य सम्बन्धः स्थाप्यते (चित्रम् 3.5)।

सारणी 3.3 केषाञ्चन तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासः

तत्त्वानां प्रकाराः	तत्त्वानि	परमाणु-संख्या	कोशे विद्युदणूनां संख्या			
			K	L	M	N
उत्कृष्ट-वाताः	यानातिः (He)	2	2			
	शिथिरातिः (Ne)	10	2	8		
	मन्दातिः (Ar)	18	2	8	8	
धातवः	शिथिरातिः (Ne)	11	2	8	1	
	भ्राजातुः (Mg)	12	2	8	2	
	स्फटयातुः (Al)	13	2	8	3	
	दहातुः (K)	19	2	8	8	1
	छौरेयम् (Ca)	20	2	8	8	2
अधातवः	भूयातिः (N)	7	2	5		
	प्राणवायुः (O)	8	2	6		
	तरस्विनी (F)	9	2	7		
	भास्वरः (P)	15	2	8	5	
	गन्धकम् (S)	16	2	8	6	
	नीरजी (C1)	17	2	8	7	

विपरीत-आवेश-कारणेन विक्षारः तथा च नीरेय-आयनानि परस्परम् आकर्षितानि भवन्ति तथा च दृढे स्थिर-वैद्युत-बले बद्ध्वा विक्षार-नीरेयस्य रूपेण उपस्थितानि भवन्ति। ध्यातव्यः विषयः एषः अस्ति यत् विक्षार-नीरेयम् अणुरूपेण न प्राप्यते अपि तु एतत् विपरीत-आयनानां समुच्चयः भवति।



चित्रम् 3.5 विक्षारनीरेयस्य निर्माणम्

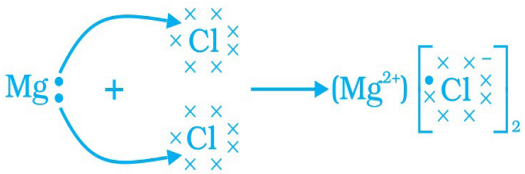
अधुना इतोऽपि एकम् आयनिकयौगिकं, भ्राजातु-नीरेयस्य निर्माणं 3.6 चित्रे दर्शितम् अस्ति।

$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$
2,8,2 2,8

(भ्राजातु-धनायनम्)

$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$
2,8,7 2,8,8

(नीरेय-ऋणायनम्)



चित्रम् ३.६ भ्राजातु-नीरेयस्य निर्माणम्

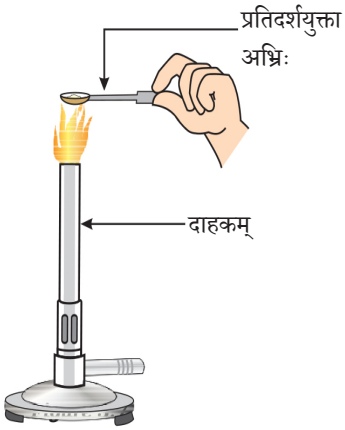
धातुतः अधातौ विद्युदणोः स्थानान्तरणेन निर्मिताः यौगिकाः आयनिक-यौगिकाः अथवा वैद्युत-संयोजकाः यौगिकाः कथ्यन्ते। किं भवन्तः $MgCl_2$ इत्यस्मिन् उपस्थितस्य धनायनस्य तथा च ऋणायनस्य नाम वक्तुं शक्नुवन्ति।

3.3.1 आयनिक-यौगिकानां गुणधर्माः

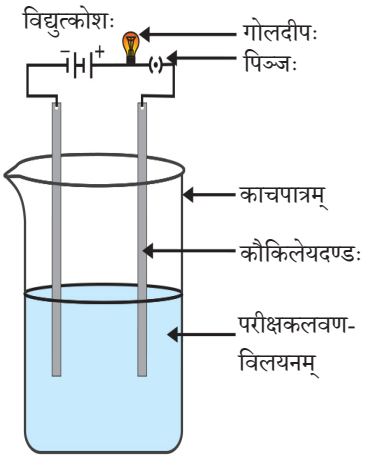
आयनिक-यौगिकानां गुणधर्माणां विषये ज्ञातुम् आगच्छन्तु निम्न-क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 3.13

- विज्ञानस्य प्रयोगशालातः विक्षार-नीरेयस्य, दहातु-जम्बेयस्य, हरिजा-नीरेयस्य अथवा अन्यस्य कस्यचित् लवणस्य प्रतिदर्शं स्वीकुर्वन्तु।
- एतेषां लवणानां भौतिक-अवस्था का अस्ति?
- धातोः अभ्रौ लघुमात्रायां प्रतिदर्शं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतं ज्वालायाम् उष्णीकुर्वन्तु (चित्रम् 3.7)। अन्य-प्रतिदर्शैः सह अपि एतामेव क्रियाम् आवर्तयन्तु।
- भवन्तः किं पश्यन्ति? किम् एते प्रतिदर्शाः ज्वालायाः कृते वर्णं प्रददति? किं यौगिकाः द्रवीभवन्ति?
- प्रतिदर्शं जले, अग्नितैले तथा च मृत्तैले मिश्रयितुं प्रयासं कुर्वन्तु? किम् एते मिश्रणशीलाः सन्ति?
- 3.8 चित्रवत् एकं परिपथं निर्मान्तु तथा च कस्यचित् एकस्य लवणस्य विलयने विद्युदग्रं स्थापयन्तु। भवन्तः किं पश्यन्ति? एवमेव अन्य-लवणस्य प्रतिदर्शस्य अपि परीक्षणं कुर्वन्तु।
- एतेषां यौगिकानां प्रकृतेः सम्बन्धे भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयन्ति?



चित्रम् 3.7 अभ्रौ लवणप्रतिदर्शस्य उष्णीकरणम्



चित्रम् 3.8 लवण-विलयनस्य चालकतायाः परीक्षणम्

सारणी 3.4 केषाञ्चन आयनिक-यौगिकानां गलनाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः

आयनिकयौगिकः	गलनाङ्कः(k)	क्वथनाङ्कः(k)
NaC1	1074	1686
LIC1	887	1600
$CaC1_2$	1045	1900
CaO	2850	3120
$MgC1_2$	981	1685

आयनिक-यौगिकानां निम्न-सामान्य-गुणधर्माणाम् उपरि भवद्भिः ध्यानं दत्तं स्यात् -

(i) ***भौतिकी प्रकृतिः*** - धनायनानां तथा च ऋणायनानां मध्ये दृढ-आकर्षक-बलस्य कारणेन आयनिकाः यौगिकाः सघनाः तथा च किञ्चित् कठोराः भवन्ति। एते यौगिकाः सामान्यतः भङ्गुराः भवन्ति तथा च बल-प्रयोगेण खण्डेषु त्रुटिताः भवन्ति।

(ii) ***गलनाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः*** – आयनिक-यौगिकानां गलनाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः बहु अधिकः भवति यतोहि दृढम् अन्तर-आयनिक-आकर्षणं त्रोटयितुम् ऊर्जायाः पर्याप्त-मात्रायाम् आवश्यकता भवति।

(iii) ***विलयशीलता*** – वैद्युत-संयोजकाः यौगिकाः सामान्यतः, जले विलयशीलाः तथा च मृत्तैले, अग्नितैलादि-सदृशेषु विलायकेषु अविलेयाः भवन्ति।

(iv) ***विद्युत्-चालकता*** - केनचित् विलयनेन विद्युतः चालनाय आवेशित-कणानां गतिशीलता आवश्यकी भवति। आयनिक-यौगिकानां जलीय-विलयने आयनानि उपस्थितानि भवन्ति। यदा विलयने विद्युत्-धारा प्रवाह्यते तदा एतानि आयनानि विपरीतं विद्युदग्रं प्रति गच्छन्ति। घन-अवस्थायाम् आयनिक-यौगिकाः विद्युतः चालनं न कुर्वन्ति यतोहि घन-अवस्थायां दृढ-संरचनायाः कारणेन आयनानां गतिः न सम्भवति। किन्तु आयनिक-यौगिकाः गलन-अवस्थायां विद्युतः चालनं कुर्वन्ति यतोहि गलित-अवस्थायां विपरीतानाम् आवेश-युक्तानाम् आयनानां मध्ये स्थिर-वैद्युत-आकर्षण-बलम् ऊष्मायाः कारणेन दुर्बलं भवति। अतः आयनानि स्वतन्त्ररूपेण गच्छन्ति तथा च विद्युतः चालनं कुर्वन्ति।

प्रश्नाः

1 (i) विक्षारस्य, प्राणवायोः तथा च भ्राजातोः कृते विद्युदणु-बिन्दु-संरचनां लिखन्तु।
(ii) विद्युदणूनां स्थानान्तरणेन Na2O तथा च MgO इत्यस्य निर्माणं दर्शयन्तु।
(iii) एतेषु यौगिकेषु कानि आयनानि उपस्थितानि सन्ति?

2 आयनिक-यौगिकानां गलनाङ्कः उच्चः किमर्थं भवति?

3.4 धातूनां प्राप्तिः

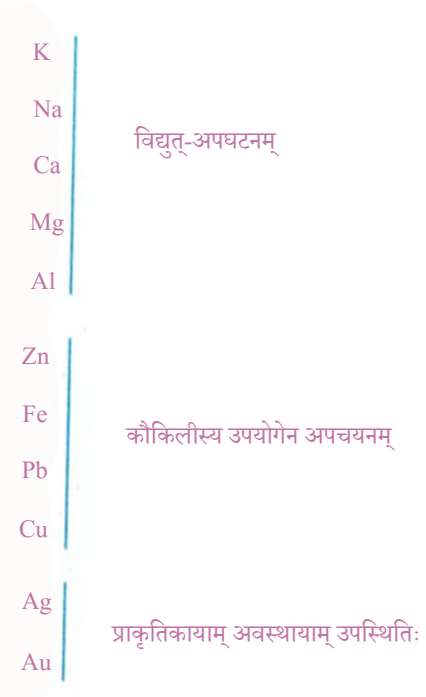
पृथिव्याः भूपर्पटी धातूनां मुख्यस्रोतः अस्ति। सामुद्रिक-जले अपि विक्षार-नीरेयं, भ्राजातु-नीरेयादीनि कानिचित् विलेयानि लवणानि उपस्थितानि भवन्ति। पृथिव्याः भूपर्पट्यां प्राकृतिक-रूपेण प्राप्यमाणानि तत्त्वानि अथवा यौगिकाः खनिजाः कथ्यन्ते। केषुचित् स्थानेषु खनिजेषु कश्चन विशेषधातुः बहुमात्रायां भवति। यस्य निस्सारणं लाभकारी भवति। एते खनिजाः अयस्काः कथ्यन्ते।

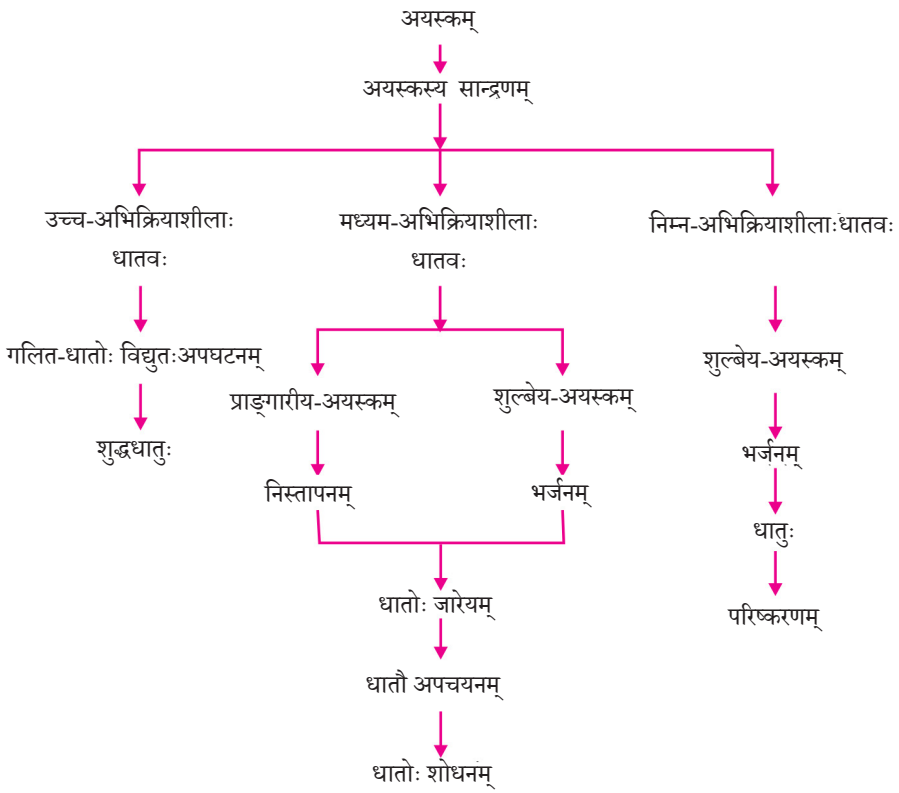
3.4.1 धातूनां निष्कर्षणम्

धातूनां सक्रियताश्रेणी-विषये भवन्तः पठितवन्तः सन्ति। अतः भवन्तः सरलतया अवगन्तुं शक्नुवन्ति यत् अयस्कात् धातोः निष्कर्षणं कथं भवति। केचन धातवः भूपर्पट्यां स्वतन्त्र-अवस्थायां प्राप्यन्ते। केचन धातवः स्वयौगिक-रूपेण प्राप्यन्ते। सक्रियता-श्रेण्याम् अधः आगामि-धातवः अतीव न्यूनम् अभिक्रियाशीलाः भवन्ति। ये स्वतन्त्र-अवस्थायां प्राप्यन्ते। उदाहरणार्थम्, स्वर्णं, रजतं, महातुः तथा च ताम्रं स्वतन्त्र-अवस्थायां प्राप्यन्ते। ताम्रं तथा च रजतं, स्वस्य शुल्बीयस्य अथवा जारेयस्य अयस्करूपेण संयुक्त-अवस्थायाम् अपि प्राप्यते। सक्रियता-श्रेण्यां सर्वस्मात् उपरितनाः धातवः (K, Na, Ca, Mg, तथा च Al) एतावत्-अधिकाः अभिक्रियाशीलाः भवन्ति यत् एते कदापि स्वतन्त्र-तत्त्वरूपेण न प्राप्यन्ते। सक्रियता-श्रेण्याः मध्यस्थ-धातूनाम् (Zn, Fe, Pb,) अभिक्रियाशीलता मध्यमा भवति। पृथिव्याः भूपर्पट्यां मुख्यतः जारेयस्य, शुल्बीयस्य अथवा प्राङ्गारीयस्य रूपेण प्राप्यन्ते। भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् केषाञ्चन धातूनाम् अयस्कानि जारेयाणि भवन्ति। प्राणवायोः अत्यधिक-अभिक्रियाशीलता तथा च पृथिव्याम् एतस्य अधिक-मात्रायां प्राप्तिकारणेन एवं
प्रकारेण भवति।

एवं प्रकारेण, वयम् अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण धातून् निम्न-त्रिषु वर्गेषु (चित्रम् 3.9) विभक्तुं शक्नुमः (i) निम्न-अभिक्रियाशीलाः धातवः (ii) मध्यम-अभिक्रियाशीलाः धातवः (iii) उच्च-अभिक्रियाशीलाः धातवः प्रत्येकं वर्गे आगामि-धातून् प्राप्तुं विभिन्न- तन्त्राणाम् उपयोगः क्रियते।

अयस्कात् शुद्धधातोः निष्कर्षणं बहुषु चरणेषु भवति। एतेषां चरणानां सारांशः 3.10 चित्रे दत्तम्। निम्नभागेषु प्रत्येकं चरणस्य विस्तृत-चर्चा कृता अस्ति।





चित्रम् 3.10 अयस्कात् धातोः निष्कर्षणे प्रयुक्तं चरणम्

3.4.2 अयस्कानां समृद्धीकरणम्

पृथिवीतः खातेषु अयस्केषु मृत्तिका, वालुकादयः काश्चन अशुद्धयः भवन्ति याः आधात्री कथ्यन्ते। धातूनां निष्कर्षणात् पूर्वम् अयस्कात् अशुद्धीनाम् अपसारणम् आवश्यकं भवति। अयस्कैः आधात्र्याः अपसारणाय यासां प्रक्रियाणाम् उपयोगः भवति ताः अयस्कस्य तथा च आधात्र्याः भौतिकेषु अथवा रासायनिक-गुणधर्मेषु आधारिताः भवन्ति। एतस्य पृथक् करणाय विभिन्नानि तन्त्राणि उपयुज्यन्ते।

3.4.3 सक्रियता-श्रेण्याम् अधः आगामि-धातूनां निष्कर्षणम्

सक्रियता-श्रेण्याम् अधः आगामिनः धातवः पर्याप्ताः अनभिक्रियाः भवन्ति। एतेषां धातूनां जारेयस्य केवलम् उष्णीकरणेन एव धातुः प्राप्तुं शक्यते। उदाहरणार्थम्, सिन्दूरं (HgS) पारदस्य एकम् अयस्कम् अस्ति। वायौ उष्णीकरणेन एतत् सर्वप्रथमं पारदीय-जारेये (HgO) मध्ये परिवर्तते तथा च अधिक-उष्णीकरणेन पारदीय-जारेयं पारदे अपचीयते।

$$2HgS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{तापनम्}} 2HgO(s) + 2SO_2(g)$$

$$2HgO(s) \xrightarrow{\text{तापनम्}} 2Hg(1) + O_2(g)$$

एतेन एव प्रकारेण, प्राकृतिकरूपेण Cu2S इत्यस्मिन् रूपे उपलब्धं ताम्रं केवलं वायौ उष्णीकृत्य एतत् अयस्कात् पृथक् कर्तुं शक्यते।

$$2Cu_2 + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{तापनम्}} 2Cu_2O(s) + 2SO_2(g)$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\text{तापनम्}} 6Cu(s) + SO_2(g)$$

3.4.4 सक्रियता-श्रेण्याः मध्ये स्थित-धातूनां निष्कर्षणम्

सक्रियता-श्रेण्याः मध्ये स्थिताः धातवः, यथा - लौहः, कुप्यातुः, सीसं, ताम्रम् इत्यादीनाम् अभिक्रियाशीलता मध्यमा भवति। प्रकृतौ एतत् प्रायः शुल्बेय-रूपेण अथवा प्राङ्गारीय-रूपेण प्राप्यते। शुल्बेयस्य अथवा प्राङ्गारीयस्य तुलनायां धातुं तस्य जारेयात् प्राप्तुम् अधिकं सरलम् अस्ति। अतः अपचयनात् पूर्वं धातोः शुल्बेयस्य तथा च प्राङ्गारीयस्य धातुजारेये परिवर्तनम् आवश्यकम् अस्ति। शुल्बेय-अयस्कं वायोः उपस्थितौ अधिक-तापे उष्णीकरणेन एतत् जारेये परिवर्तते। एषा प्रक्रिया भर्जनं कथ्यते। प्राङ्गारीय-अयस्कस्य सीमित-वायौ अधिक-तापे उष्णीकरणेन एतत् जारेये परिवर्तितं भवति। एषा प्रक्रिया निस्तापनं कथ्यते। कुप्यातोः अयस्कानां भर्जन-समये तथा च निस्तापन-समये निम्न-रासायनिक-अभिक्रिया भवति -

भर्जनम्

$$2ZnS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{तापनम्}} 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$$

निस्तापनम्

$$ZnO(s) + C(s) \xrightarrow{\text{तापनम्}} Zn(s) + CO(g)$$

एतत् अनन्तरं कौकिलीय-सदृशस्य उपयुक्त-अपचायकस्य उपयोगं कृत्वा धातुजारेयात् धातुः प्राप्यते। उदाहरणार्थम् , यदा कुप्यातु-जारेयं कौकिलीयेन सह उष्णीक्रियते तदा एषः कुप्यातुः धातौ अपचीयते।

$$ZnO(s) + C(s) \xrightarrow{\text{तापनम्}} Zn(s) + CO(g)$$

प्रथमे अध्याये दत्तेन प्रजारणेन तथा च अपचयनस्य प्रक्रमेण भवन्तः पूर्वतः एव परिचिताः सन्ति। धातूनां तेषां यौगिकतः प्राप्तिः अपि अपचयन-प्रक्रमः अस्ति।

अङ्गारम् उपयुज्य धातोः जारेयं धातौ अपचयनम् अतिरिच्य विस्थापन-अभिक्रियायाः अपि उपयोगः कर्तुं शक्यते। अत्यधिक-अभिक्रियाशीलाः धातवः, यथा — विक्षारः, छौरेयम्, स्फटयातुः इत्यादयः अपचायक-रूपेण उपयोक्तुं शक्यन्ते यतोहि एते निम्न-अभिक्रिया-

शीलयुक्त-धातून् तेषां यौगिकतः विस्थापयितुं शक्नुवन्ति। उदाहरणार्थम् , यदा चुम्बक-अम्लवायुः स्फटयातोः चूर्णेन सह उष्णीक्रियते तदा निम्न-अभिक्रिया भवति -

$$3MnO_2(s) + 4A1(s) \rightarrow 3Mn(1) + 2A1_2O_3(s) + \text{ऊष्मा}$$

चित्रम् 3.11
रेलमार्गस्य योजनाय दीमक-प्रतिक्रिया-प्रक्रमः

किं भवन्तः तान् पदार्थान् ज्ञातुं शक्नुवन्ति येषां प्रजारणम् अथवा अपचयनं भवति?

एताः विस्थापन-अभिक्रियाः अत्यधिक-ऊष्माक्षेपिण्यः सन्ति। एतासु उत्सर्जित-ऊष्मायाः मात्रा एतावती अधिका भवति यत् धातवः गलित-अवस्थायां प्राप्ताः भवन्ति। वास्तविक-लौह-(III) जारेयम् (Fe2O3) इत्यनेन सह स्फटयातोः अभिक्रियायाः उपयोगः रेलमार्गस्य तथा च यान्त्रिक-अवयवानां छिद्राणि योजयितुं क्रियते। एषा अभिक्रिया दीमक-अभिक्रिया कथ्यते।

$Fe2O3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe\ (l) + Al2O3(s) +$ ऊष्मा

3.4.5 सक्रियता-श्रेण्यां सर्वोपरि स्थितानां धातूनां निष्कर्षणं

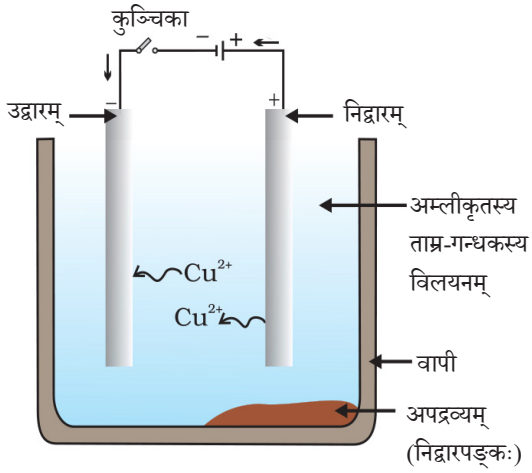
सक्रियता-श्रेण्यां सर्वोपरि स्थिताः धातवः अत्यन्तम् अभिक्रियाशीलाः भवन्ति। एतान् कौकिलीयेन सह उष्णीकृत्य एतेषां यौगिकतः प्राप्तुं न शक्यते। उदाहरणार्थं, प्राङ्गार-द्वारा विक्षारः, भ्राजातुः, छौरेयं स्फटयातुः इत्यादीनां जारेयस्य अपचयनं कृत्वा ते धातुषु परिवर्तयितुं न शक्यन्ते। एतेषां धातूनां बन्धुता प्राङ्गारस्य अपेक्षया प्राणवायुं प्रति अधिका भवति। एते धातवः विद्युत्-अपघटन-अपचयन-द्वारा प्राप्यन्ते। उदाहरणार्थम्, विक्षारः, भ्राजातुः तथा च छौरेयं तेषां गलित-नीरेयाणां विद्युत्-अपघटनात् प्राप्यन्ते। उद्वारे (ऋणावेशिते विद्युदग्रे) धातवः निक्षिप्यन्ते तथा च उद्वारे (धनावेशिते विद्युदग्रे) नीरजी मुक्ता भवति। अभिक्रियाः एवं प्रकारेण सन्ति -

निद्वारे $Na^+ + e^-$ → Na

उद्वारे $2Cl^-$ → $Cl2 + 2e^-$

एतेन एव प्रकारेण, स्फटयातु-जारेयस्य विद्युत्-अपघटन-अपचयनात् स्फटयातुः प्राप्यते।

3.4.6 धातूनां परिष्करणम्



चित्रम् 3.12
ताम्रस्य विद्युत्-अपघटनपरिष्करणम्। अम्लीकृतताम्रगन्धकस्य विलयनंविद्युतः अपघट्यम् अस्ति। अशुद्धं ताम्रम् उद्वारम् अस्ति यद्यपि शुद्धताम्रस्य पट्टः निद्वारस्य कार्यं करोति। विद्युत्-धारायाः प्रवाहानन्तरं शुद्धताम्रं निद्वारे निक्षिप्तं भवति।

उपरि वर्णित-विभिन्न-अपचयन-प्रक्रमतः प्राप्ताः धातवः पूर्णरूपेण शुद्धाः न भवन्ति। एतेषु अपद्रव्याणि भवन्ति यानि अपसार्य एव शुद्धधातुः प्राप्तुं शक्यते। धातुतः अपद्रव्याणाम् अपसारणाय सर्वाधिकः प्रचलितः विधिः विद्युत्-अपघटन-परिष्करणम् अस्ति।

विद्युत्-अपघटन-परिष्करणम् - ताम्रं, कुप्यातुः, त्रपुः, रूपकः, रजतं सुवर्णादि-सदृशानां बहूनां धातूनां परिष्करणं विद्युत्-अपघटन-द्वारा क्रियते। एतस्मिन् प्रक्रमे, अशुद्ध-धातुः उद्वारं तथा च शुद्धधातोः कृशस्तरः निद्वारं निर्मीयते। धातोः लवण-विलयनस्य उपयोगः विद्युत्-अपघट्य-रूपेण भवति। 3.12 चित्रस्य अनुसारम् उपकरणं व्यवस्थितं क्रियते। विद्युत-अपघट्यात् यदा धारा प्रवाह्यते तदा उद्वारे स्थितः अशुद्ध-धातुः विद्युत्-अपघट्ये विलीयते। एतावत्याम् एव मात्रायां शुद्धधातुः विद्युत्-अपघट्यात् निद्वारे निक्षिप्यते। विलेयाः अशुद्धयः विलयनं गच्छन्ति तथा च अविलेयाः अशुद्धयः उद्वार-तले निक्षिप्यन्ते यः उद्वारपङ्कः कथ्यते।

प्रश्नाः

1 निम्न-पदानां परिभाषां लिखन्तु -
(i) खनिजाः (ii) अयस्कम् (iii) आधात्री

2 द्वयोः धात्वोः नाम वदन्तु यौ प्रकृतौ मुक्त-अवस्थायां प्राप्येते।

3. धातुं तस्य जारेयात् प्राप्तुं कस्य रासायनिक-प्रक्रमस्य उपयोगः क्रियते

3.5 संक्षारणम्

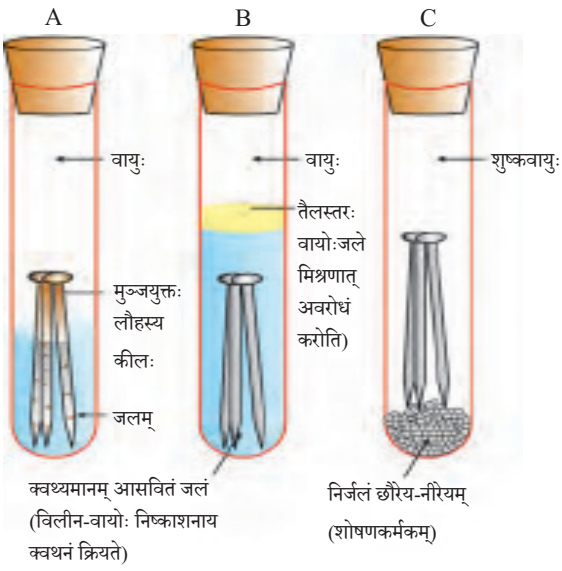
संक्षारणस्य विषये प्रथम-अध्याये भवन्तः निम्न-विषयाणाम् अध्ययनं कृतवन्तः -

- मुक्त-वायौ कानिचित् दिनानि त्यजामः चेत् रजत-वस्तूनि कृष्ण-वर्णीयानि भवन्ति। रजतस्य वायौ उपस्थित-गन्धकेन सह अभिक्रियां कृत्वा रजत-शुल्बेयस्य स्तर-निर्माणस्य कारणेन एवं भवति।
- ताम्रं वायौ उपस्थित-आर्द्र-अङ्गाराम्लवायुना सह अभिक्रियां करोति येन एतस्य तलात् कपिश-वर्णस्य प्रकाशः शनैः शनैः समाप्यते तथा च एतस्मिन् हरित-वर्णीय-स्तरः आवृतः भवति। एषः हरित-पदार्थः ताम्र-प्राङ्गारीयं भवति।
- बहुकालं यावत् आर्द्र-वायौ स्थितेः कारणेन लौहस्य उपरि कपिश-वर्णीय-शल्कमय-पदार्थस्य स्तरः आवृतः भवति यः मुञ्जः कथ्यते।

आगच्छन्तु ताः परिस्थितीः परिजानीमः यासु लौहस्य उपरि मुञ्जः भवति।

क्रियाकलापः 3.14

- तिस्रः परीक्षण-नलिकाः स्वीकुर्वन्तु तथा च एकैकस्यां स्वच्छ-लौह-कीलान् स्थापयन्तु।
- एतासां परीक्षण-नलिकानां कृते A,B, तथा च C नाम ददतु। A परीक्षण-नलिकायां किञ्चित् जलं स्थापयित्वा तां पिधानेन पिदधतु।
- B परीक्षण-नलिकायां क्वथ्यमानम् आसवित-जलं स्थापयित्वा तस्मिन् 1 ml तैलं मेलयन्तु तथा च पिधानेन पिदधतु। तैलं जले तरिष्यति तथा च वायोः जले विलीनात् अवरोधं करोति।
- C परीक्षण-नलिकायां किञ्चित् निर्जलं छौरेय-नीरेयं स्थापयित्वा तां पिधानेन पिदधतु। निर्जलं छौरेय-नीरेयं वायोः आर्द्रतां शुष्कां करिष्यति। एतासां परीक्षण-नलिकानां कानिचित् दिनानि त्यागानन्तरं निरीक्षणं कुर्वन्तु। (3.13 चित्रम्)



चित्रम् 3.13
लौहस्य उपरि मुञ्जस्य स्थितेः परीक्षणम्। A परीक्षण-नलिकायांवायुः तथा च जलं द्वयमपि उपस्थितम् अस्ति। B परीक्षण-नलिकायाःजले विलीनः वायुः नास्ति। C परीक्षण-नलिकायां शुष्कः वायुः अस्ति।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् A परीक्षण-नलिकायां स्थापितेषु लौहस्य कीलेषु मुञ्जः लग्नः, किन्तु B तथा च C परीक्षण-नलिकायां स्थापितेषु कीलेषु मुञ्जः न संलग्नः। A परीक्षण-नलिकायाः कीलः, वायोः तथा च जलस्य सम्पर्के भवति। A परीक्षण-नलिकायाः कीलः केवलं जलस्य सम्पर्के भवति तथा च C परीक्षण-नलिकायाः कीलः शुष्क-वायोः सम्पर्के भवति। अनेन लौहस्य वस्तुषु मुञ्जस्य अवस्था-विषये वयं किं वक्तुं शक्नुमः?

3.5.1 संक्षारणात् सुरक्षा

वर्णं कृत्वा, तैलं लेपयित्वा, वशं लेपयित्वा, यशद-लेपनम् (लौहस्य वस्तुषु कुप्यातोः स्तरम् आरोप्य) वर्णकस्य लेपनम् , उद्वारीकरणम् अथवा मिश्रधातुं निर्माय लौहः मुञ्जात् रक्षितुं शक्यते।

लौहं तथा च सारलोहं मुञ्चात् रक्षितुं तेषु कुप्यातोः कृशस्तरस्य आरोपणविधिः, यशद-लेपन-विधिः कथ्यते। कुप्यातु-स्तरस्य नाशानन्तरम् अपि **यशद-लेपितानि** वस्तूनि मुञ्जात् सुरक्षिताः भवन्ति। किं भवन्तः एतस्य कारणं वक्तुं शक्नुवन्ति?

धातोः गुणधर्माणाम् अभिवृद्धेः कृते उत्तमः विधिः मिश्रधातुः अस्ति। एतेन विधिना वयम् इच्छानुसारं धातूनाम् अत्यन्तं गुणधर्मं प्राप्तुं शक्नुमः। उदाहरणार्थम् , लौहः सर्वाधिक-उपयोगी धातुः अस्ति। किन्तु कदापि शुद्ध-अवस्थायाम् एतस्य उपयोगः न क्रियते। एवम् एतदर्थं यतोहि शुद्ध-लौहः अत्यन्तं मृदुः भवति तथा च उष्णीकरणेन सरलतया कर्षितः भवति। किन्तु यदि तस्मिन् किञ्चित् कौकिलीयं (प्रायः 0.05 प्रतिशतं) मेल्यते तर्हि एषः कठोरः तथा च प्रबलः भवति। लौहेन सह रूपकं तथा च वर्णकं मेलयामः चेत् वयं निर्मलायसं प्राप्नुमः यत् कठोरं भवति तथा च तस्मिन् मुञ्जः न लगति। एवं प्रकारेण यदि लौहेन सह कश्चन अन्यः पदार्थः मेल्यते तर्हि एतस्य गुणधर्माः परिवर्तन्ते। वास्तविकं, कमपि अन्यपदार्थं मेलयित्वा कस्यचित् अपि अन्यस्य धातोः गुणधर्मान् परिवर्तयितुं शक्नुमः। एषः पदार्थः धातुः अथवा अधातुः यः कोऽपि भवितुं शक्नोति। द्वयोः अथवा बहूनां धातूनां समाङ्गि-मिश्रणं **मिश्रातुः** कथ्यते। एतस्य सज्जीकरणाय पूर्वं मूलधातुः गलित-अवस्थायाम् आनीयते तथा च तत्पश्चात् अपराणि तत्त्वानि निश्चितेन अनुपातेन एतस्मिन् विलीनानि क्रियन्ते। पुनः एषः प्रकोष्ठ-तापे शीतलीक्रियते।

किं भवन्तः जानन्ति?

शुद्धं स्वर्णं 24 कैरट कथ्यते तथा च एतत् बहु मृदु भवति। अतः आभूषणानां निर्माणाय एतत् उपयुक्तं न भवति। एतत् कठोरं निर्मातुम् एतस्मिन् रजतम् अथवा ताम्रं मेल्यते। भारते अधिकांशतः आभूषणानां निर्माणाय 22 कैरट स्वर्णस्य उपयोगः भवति। एतस्य तात्पर्यम् एतद् अस्ति यत् 22 भागे शुद्ध-स्वर्णे 2 भागः ताम्रस्य अथवा रजतस्य मेलनम्।

देहलीस्थः लौहस्तम्भः

यदि कश्चन धातुः पारदः अस्ति तर्हि तस्य मिश्रातुः कांस्यं कथ्यते। शुद्धधातोः अपेक्षया तस्य मिश्रातोः विद्युत्-चालकता तथा च गलनाङ्कः न्यूनः भवति। उदाहरणार्थम् , ताम्रस्य तथा च कुप्यातोः (Cu तथा च Zn) मिश्रातोः पित्तलस्य तथा च ताम्रस्य तथा च त्रपोः (Cu एवं Sn)

किं भवन्तः जानन्ति?

प्राचीन-भारतीय-धातुकर्मणः चमत्कारः

प्रायः 1600 वर्षपूर्वं भारतस्य लौहकर्मिणः इन्द्रप्रस्थे कञ्चन लौहस्तम्भं निर्मितवन्तः। ते मुञ्जात् लौहं रक्षितुम् एकं विधिं विकसितं कृतवन्तः। एतस्य स्तम्भस्य मुञ्जता-प्रतिरोधकतायाः अवलोकनं विश्वस्य केचन वैज्ञानिकाः कृतवन्तः। एषः स्तम्भः कुतुब-मीनारस्य समीपे स्थितः अस्ति। एषः लौहस्तम्भः 8 m उच्चः तथा च एतस्य भारः 6 टन (6000 Kg) अस्ति

मिश्रातु-कांस्यं विद्युतः कुचालकम् अस्ति, किन्तु ताम्रस्य उपयोगः वैद्युत-परिपथस्य निर्माणे क्रियते। सीसस्य तथा च त्रपोः (Pb तथा च Sn) मिश्रातुः अस्ति यस्य गलनाङ्कः बहु न्यूनः भवति। एतस्य उपयोगः विद्युत्-तन्त्रीणां परस्परं योजनाय क्रियते। एतदपि जानन्तु

प्रश्नाः

1. कुप्यातुः, भ्राजातुः तथा च ताम्रस्य धात्विक-जारेयाणि निम्न-धातुभिः सह उष्णीकृतानि -

धातुः	कुप्यातुः	भ्राजातुः	ताम्रम्
कुप्यातु-जारेयम् भ्राजातु-जारेयम् ताम्र-जारेयम्			

कस्यां स्थितौ विस्थापिता अभिक्रिया घटिता भविष्यति?

2. कः धातुः सरलतया संक्षारितः न भवति?
3. मिश्रधातवः के भवन्ति?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- तत्त्वानि धातुषु तथा च अधातुषु वर्गीकर्तुं शक्यन्ते।
- धातवः तन्यस्य, आघात-वर्ध्यस्य, दीप्तेः, ऊष्मायाः तथा च विद्युतः सुचालकाः भवन्ति। पारदम् अतिरिच्य सर्वे धातवः प्रकोष्ठस्य तापे सघनाः भवन्ति। प्रकोष्ठस्य तापे पारदः द्रवः भवति।
- धातवः विद्युत्-धनात्मक-तत्त्वानि भवन्ति यतोहि एतानि अधातुभ्यः विद्युदणून् दत्त्वा धनायने परिवर्तितानि भवन्ति।
- प्राणवायुना सह संयुक्ताः भूत्वा धातवः क्षारकीय-जारेयं निर्मान्ति। स्फटयातु-जारेयं तथा च कुप्यातु-जारेयम्, क्षारकीय-जारेयं तथा च अम्लीय-जारेयम् , द्वयोः गुणधर्मान् प्रदर्शयन्ति। एतानि जारेयाणि उभयधर्मि-जारेयाणि कथ्यन्ते।
- जलेन तथा च सूक्ष्म-अम्लैः सह विभिन्न-धातूनाम् अभिक्रियाशीलता पृथक्-पृथक् भवति।
- अभिक्रियाशीलतायाः आधारेण अवरोहिक्रमे व्यवस्थितानां सामान्य-धातूनां सूचीं सक्रियतायाः श्रेणी कथ्यते।
- सक्रियतायाः श्रेण्याम् उदजनस्य उपरि स्थिताः धातवः सूक्ष्म-अम्लात् उदजनं विस्थापयितुं शक्नुवन्ति।
- अधिकाः अभिक्रियाशीलाः धातवः स्वस्मात् न्यूनान् अभिक्रियाशीलान् धातून् तस्य लवण-विलयनात् विस्थापयितुं शक्नुवन्ति।
- प्रकृतौ धातवः स्वतन्त्र-अवस्थायाम् अथवा स्वस्य यौगिक-रूपेण प्राप्यन्ते।
- अयस्कात् धातोः निष्कर्षणं तथा च तस्य परिष्करणं कृत्वा उपयोगि निर्मातुं प्रक्रमः धातुकर्म कथ्यते।
- द्वयोः अथवा बहूनां धातूनाम् अथवा एकस्य धातोः अधातोः वा समाङ्गिमिश्रणं मिश्रातुः कथ्यते।
- बहुकालं यावत् आर्द्रवायोः सम्पर्के स्थापनेन लौहसदृशानां केषाञ्चन धातूनां तलः संक्षारितः भवति। एषा परिघटना संक्षारणं कथ्यते।
- अधातूनां गुणधर्माः धातूनां विपरीताः भवन्ति। एते न आघात-वर्ध्याः नैव च तन्याः भवन्ति। कौकिलेयम् अतिरिच्य सर्वे धातवः ऊष्मायाः तथा च विद्युत्-कुचालकाः भवन्ति। कौकिलेयं विद्युतः चालकं भवति।
- अधातवः विद्युत्-ऋणात्मक-तत्त्वानि भवन्ति यतोहि धातुभिः सह अभिक्रियायां विद्युदणून् गृहीत्वा ऋणावेशितानि आयनानि निर्मान्ति

- अधातवः जारेयं निर्मान्ति ये अम्लीयाः अथवा उदासीनाः भवन्ति।
- अधातवः सूक्ष्म-अम्लतः उदजनस्य विस्थापनं न कुर्वन्ति। एते उदजनेन सह अभिक्रियां कृत्वा हाइड्राइड निर्मान्ति।

अभ्यासः

1. निम्नेषु कः युगलः विस्थापन-अभिक्रियां प्रदर्शयति -
   (a) NaC1 विलयनं तथा च ताम्रधातुः
   (b) MgC12 विलयनं तथा च स्फटयातु-धातुः
   (c) FeSO4 विलयनं तथा च रजतधातुः
   (d) AgNO3 विलयनं तथा च ताम्रधातुः
2. कटाहः मुञ्चात् रक्षितुं निम्नेषु कः विधिः उपयुक्तः अस्ति -
   (a) वशं योजयित्वा
   (b) वर्णकं योजयित्वा
   (c) कुप्यातोः स्तरम् आरोप्य
   (d) उपरितनानि सर्वाणि
3. कश्चन धातुः प्राणवायुना सह अभिक्रियां कृत्वा उच्च-गलन-अङ्कयुक्तान् यौगिकान् निर्माति। एषः यौगिकः जले विलेयः अस्ति। एतत् तत्त्वं किं भवितुं शक्नोति?
   (a) छौरेयम्
   (b) कौकिलीयम्
   (c) सैकतीयम्
   (d) लौहः
4. खाद्यपदार्थस्य सम्पुटेषु कुप्यातोः अपेक्षया त्रपोः लेपः भवति यतोहि
   (a) त्रपोः अपेक्षया कुप्यातुः महार्घः अस्ति।
   (b) त्रपोः अपेक्षया कुप्यातोः गलनाङ्कः अधिकः अस्ति।
   (c) त्रपोः अपेक्षया कुप्यातुः अधिकः अभिक्रियाशीलः अस्ति।
   (d) त्रपोः अपेक्षया कुप्यातुः न्यून-अभिक्रियाशीलः अस्ति।
5. भवतः कृते एकः मुद्गरः, विद्युत्कोशः, गोलदीपः, तन्त्री तथा च पिञ्जः दत्तः अस्ति -
   (a) एतान् उपयुज्य धातूनां तथा च अधातूनां प्रतिदर्शेषु भवन्तः विभेदं कथं कर्तुं शक्नुवन्ति?
   (b) धातुषु तथा च अधातुषु विभेदनाय एतेषां परीक्षणानाम् उपयोगितायाः आकलनं कुर्वन्तु।
6. उभयधर्मि-जारेयाणि कानि भवन्ति? द्वयोः उभयधर्मि-जारेययोः उदाहरणं ददतु।
7. द्वयोः धात्वोः नाम वदन्तु ये सूक्ष्म-अम्लात् उदजनं विस्थापितं करिष्यन्ति तथा च द्वौ धातू यौ एवं कर्तुं न शक्नुतः।
8. कस्यचित् धातोः M विद्युत्-अपघटन-परिष्करणे भवन्तः उद्धारं निद्धारं तथा च विद्युत्-अपघट्येषु कं निर्मास्यन्ति?
9. प्रत्यूषः गन्धक-चूर्णम् अभ्रौ स्वीकृत्य उष्णीकृतवान्। चित्रस्य अनुसारं परीक्षण-नलिकां विपरीतां कृत्वा सः उत्सर्जितं वातम् एकत्र कृतवान्
   (a) वातस्य क्रिया का भविष्यति

(i) शुष्के शेवलपत्रे?

(ii) आर्द्रे शेवलपत्रे?

(b) उपरितन-अभिक्रियाणां कृते सन्तुलित-रासायनिक-अभिक्रियां लिखन्तु।

10. लौहं मुञ्जात् रक्षितुं द्वौ उपायौ वदतु।

11. प्राणवायुना सह संयुक्ताः भूत्वा अधातवः कथं जारेयं निर्मान्ति?

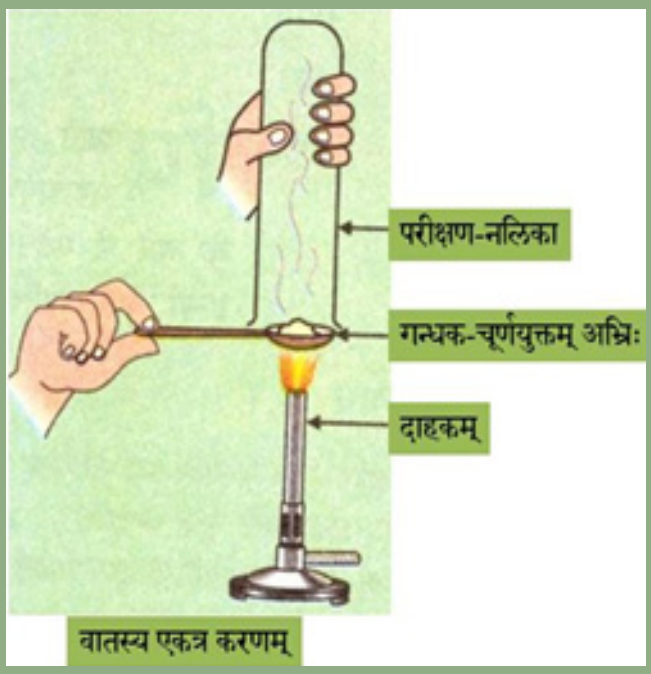
12. कारणानि वदन्तु -

(a) महातोः स्वर्णस्य तथा च रजतस्य उपयोगः आभूषणानां निर्माणाय क्रियते।

(b) विक्षारः दहातोः एवं लघ्वातोः तैलस्य अन्तः सङ्गृह्यते।

(c) स्फटयातुः अत्यन्तम् अभिक्रियाशीलः धातुः अस्ति, तथापि एतस्य उपयोगः पाकपात्राणां निर्माणाय क्रियते।

(d) निष्कर्षण-प्रक्रमे प्राङ्गारीयं तथा च शुल्बेय-अयस्कं जारेये परिवर्त्यते।



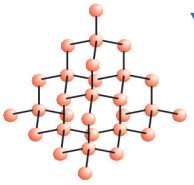
13. भवन्तः ताम्रस्य मलिनानि पात्राणि जम्बीरेण अथवा तिन्त्रिणी-रसेन स्वच्छीकरणम् अवश्यं दृष्टवन्तः स्युः। एषः अम्ल-पदार्थः पात्राणां स्वच्छीकरणे किमर्थं प्रभावी अस्ति?

14. रासायनिक-गुणधर्माणाम् आधारेण धातुषु तथा च अधातुषु विभेदं कुर्वन्तु।

15. एकः जनः प्रत्येकं गृहं स्वर्णकारः भूत्वा गच्छति। सः पुरातनस्य तथा च मलिनस्य स्वर्णस्य आभूषणेषु पूर्ववत् आभाम् उत्पादयितुं पाखण्डं कृतवान्। कमपि सन्देहम् अकृत्वा एव काचित् महिला स्व-स्वर्णस्य कङ्कणानि तस्मै ददाति यत् सः एकस्मिन् विशेष-विलयने स्थापयति। कङ्कणानि नूतनवत् दीव्यन्ति किन्तु तेषां भारः अत्यन्तं न्यूनः भवति। सा महिला बहु दुःखिता भवति तथा च तर्कवितर्कस्य पश्चात् सः जनः नम्रः भवति। गुप्तचरः इव किं भवन्तः तस्य विलयनस्य प्रकृतेः विषये वक्तुं शक्नुवन्ति।

16. उष्णजलस्य वापी-निर्माणे ताम्रस्य उपयोगः भवति किन्तु सारलोहस्य (लौहस्य मिश्रातोः) न। अस्य कारणं वदन्तु।

चतुर्थः अध्यायः



कौकिलीयं तथा च तस्य यौगिकाः

गत-अध्याये वयम् अनेकेषाम् एतादृश-यौगिकानाम् अध्ययनं कृतवन्तः ये अस्माकं कृते महत्त्वपूर्णाः सन्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं केषाञ्चन अन्य-रोचक-यौगिकानां तथा च तेषां गुणधर्माणां विषये पठिष्यामः। अत्र वयम् एकतत्त्वरूपेण कौकिलीयस्य अपि अध्ययनं करिष्यामः यस्य अस्माकं कृते तात्त्विक-रूपेण तथा च संयुक्तरूपेण अत्यधिकं महत्त्वम् अस्ति।

क्रियाकलापः 4.1

- प्रातःकालात् भवन्तः येषां वस्तूनाम् उपयोगम् अथवा उपभोगं कृतवन्तः तेषु दश वस्तूनां सूचीं निर्मान्तु।
- एतां सूचीं स्वसहपाठिभिः निर्मित-सूच्या सह मेलयन्तु तथा च सर्वाणि वस्तूनि निम्न-लिखित-सारण्यां वर्गीकुर्वन्तु।
- एकस्मात् अधिक-सामग्रीभिः निर्मित-वस्तूनि उपयुक्त-स्तम्भेषु स्थापयन्तु।

धातुनिर्मितानि वस्तूनि	काचेन/मृत्तिकया निर्मितानि वस्तूनि	अन्यानि

अन्तिम-स्तम्भे आगामि-वस्तूनाम् उपरि ध्यानं ददतु - भवतां शिक्षकः भवतः वदिष्यन्ति यत् एतेषु अधिकांश-वस्तूनि कौकिलीयस्य यौगिकैः निर्मितानि सन्ति। एतस्य परीक्षणाय किं भवन्तः कमपि विधिं चिन्तयितुं शक्नुवन्ति? कौकिलीय-युक्तानां यौगिकानां ज्वालनेन कः उत्पादः प्राप्स्यते? किं भवन्तः एतस्य पुष्टिकारकाणि कानिचित् परीक्षणानि जानन्ति?

भवता सूचीबद्धानि भोजन-वस्त्र-औषध-पुस्तकादीनि अनेकानि वस्तूनि एतस्मिन् सर्वतोमुखि-तत्त्वे कौकिलीये आधारितानि भवन्ति। एतानि अतिरिच्य सर्वाः सजीव-संरचनाः कौकिलीये आधारिताः भवन्ति। भूपर्पट्यां तथा च वायुमण्डले अत्यन्त-अल्प-मात्रायां कौकिलीयम् उपस्थितम् अस्ति। भूपर्पट्यां खनिजानां (यथा – प्राङ्गीरीयम् , उदजन-प्राङ्गारीयम्, अङ्गारः तथा च पृथिवीपार्वतकः) इत्यादि-रूपेण केवलं 0.02% कौकिलेयम् उपस्थितम् अस्ति तथा च वायुमण्डले 0.03% अङ्गाराम्लवायुः उपस्थितः अस्ति। प्रकृतौ एतावत्-अल्प-मात्रायां कौकिलीयस्य उपस्थितेः अनन्तरम् अपि कौकिलेयस्य अत्यधिकं महत्त्वम् अस्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं कौकिलीयस्य एतेषां गुणानाम् अध्ययनं करिष्यामः येषां फल-स्वरूपतः एताः असमानताः अभवन्।

4.1 कौकिलीये आबन्धनं तथा च सहसंयोजी आबन्धः

गत-अध्याये वयम् आयनिक-यौगिकानां गुणधर्माणाम् अध्ययनं कृतवन्तः। अस्माभिः दृष्टं यत् आयनिक-यौगिकानां गलनाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः उच्चः भवति तथा च एते विलयने अथवा गलित-अवस्थायां विद्युतः चालनं कुर्वन्ति। अस्माभिः दृष्टं यत् आयनिक-यौगिकेषु आबन्धनस्य प्रकृतिः एतेषां गुणधर्माणां व्याख्यानं करोति। 4.1 सारण्यां केषाञ्चन कौकिलीय-यौगिकानां गलनाङ्काः तथा च क्वथनाङ्काः दत्ताः सन्ति।

यथा वयं द्वितीये अध्याये दृष्टवन्तः यत् अधिकांशाः कौकिलीय-यौगिकाः उत्तम-विद्युत्-चालकाः न भवन्ति। उपर्युक्त-यौगिकानां क्वथनाङ्कानां तथा च गलनाङ्कानां संख्यायाः आधारेण वयम् एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् एतेषां परमाणूनां मध्ये प्रबलम् आकर्षणबलं नास्ति। यतोहि अधिकांशतः एते यौगिकाः विद्युतः कुचालकाः भवन्ति, अतः वयम् एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् एतेषां यौगिकानाम् आबन्धनात् कस्यचित् आयनस्य उत्पत्तिः न भवति।

सारणी 4.1 कौकिलीयस्य केषाञ्चन यौगिकानां गलनाङ्कः तथा च क्वथनाङ्कः

यौगिकाः	गलनाङ्काः (K)	क्वथनाङ्कः(k)
शुक्त-अम्लः (CH3COOH)	**290**	**391**
नीरवम्रलम् (CHC13)	**209**	**334**
दक्षिन्यवः (CH3 CH2OH)	**156**	**351**
मीथेन-वातः (CH4)	**90**	**111**

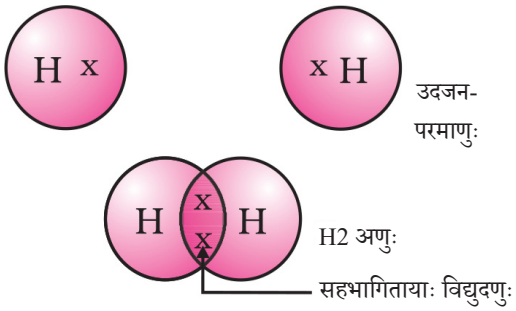
नवम-कक्षायाम् अस्माभिः विभिन्न-तत्त्वानां संयोजन-क्षमतायाः तथा च संयोजकतायाः विद्युदणूनां संख्यायाम् एतेषां निर्भरतायाः विषये अधीतम्। कौकिलीयस्य परमाणु-संख्या 6 अस्ति। कौकिलीयस्य विभिन्न-कक्ष्यासु विद्युदणूनां वितरणं कथं भविष्यति? कौकिलीये कति संयोजकता-विद्युदणवः भविष्यन्ति?

वयं जानीमः यत् बाह्यकोशं पूर्णतया पूरयितुम् अर्थात् उत्कृष्ट-वात-विन्यासं प्राप्तुं प्रवृत्तेः आधारेण तत्त्वानाम् अभिक्रियाशीलता अवबोध्यते। आयनिक-यौगिक-निर्माण-तत्त्वानि सर्वस्मात् बाह्यकोशात् विद्युदणून् प्राप्य अथवा तान् नाशयित्वा एतं प्राप्नुवन्ति। कौकिलीयस्य सर्वस्मात् बाह्यकोशे चत्वारः विद्युदणवः भवन्ति तथा च उत्कृष्टवात-विन्यासं प्राप्तुम् एतस्मै चतुर्णां विद्युदणूनां प्राप्तेः अथवा नाशस्य आवश्यकता भवति। यदि एतेषां विद्युदणूनां प्राप्तिः अथवा हानिः अस्ति तर्हि -

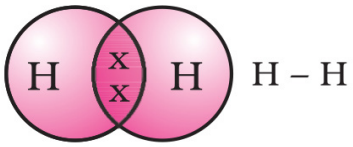
(i) एषः चतुरः विद्युदणून् प्राप्य C4- ऋणायनं निर्मातुं शक्नोति। किन्तु षट्-प्राणु युक्ताः विद्युदणवः केन्द्रकाय दश, अर्थात् चतुर्णाम् अतिरिक्त-विद्युदणूनां धारणं कठिनं भवितुं शक्नोति।

(ii) एते चत्वारः विद्युदणवः विलुप्य C4+ धनायनं निर्मातुं शक्नुवन्ति। किन्तु चत्वारः विद्युदणवः विलुप्य षट्-प्राणुयुक्ते केन्द्रके केवलं द्वयोः विद्युदण्वोः कौकिलीय-धनायनं निर्मातुम् अत्यधिक-ऊर्जायाः आवश्यकता भवति।

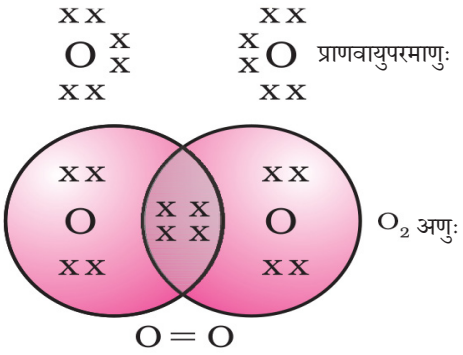
कौकिलीयं स्वीय-अन्य-परमाणूनाम् अथवा अन्य-तत्त्वानां परमाणुभिः सह संयोजकता विद्युदणूनां सहभागितां कृत्वा एतां समस्यां निवारयति। केवलं कौकिलीयम् एव न अपितु अनेकानि अन्य-तत्त्वानि अपि एतेन एव प्रकारेण विद्युदणूनां सहभागितां कृत्वा अणून् निर्मान्ति। येषां विद्युदणूनां सहभागिता क्रियते ते द्वयोः परमाण्वोः बाह्य-कोशीयाः एव भवन्ति, तथा च एतेषां फलस्वरूपेण द्वौ अपि परमाणू उत्कृष्ट-वात-विन्यासस्य स्थितिं प्राप्नुतः।
कौकिलीयस्य यौगिकानां चर्चा-करणात् पूर्वं विद्युदणूनां सहभागितया निर्मितान् कांश्चित् सामान्य-अणून् अवगच्छामः।



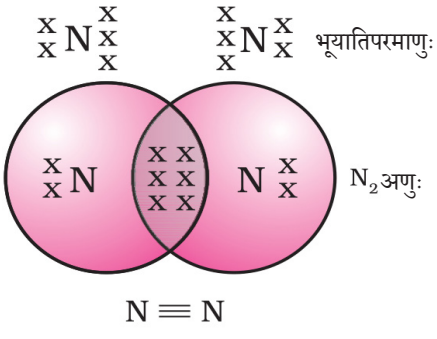
चित्रम् 4.1 उदजनस्य एकः अणुः



चित्रम् 4.2
उदजनस्य द्वयोः परमाण्वोः मध्ये एकलबन्धः



चित्रम् 4.3
प्राणवायोः द्वयोः परमाण्वोः मध्ये द्वि-आबन्धः



चित्रम् 4.4
भूयातेः द्वयोः परमाण्वोः मध्ये त्रि-आबन्धः

एवं प्रकारेण निर्मितेषु अणुषु अतीव सामान्यः अणुः उदजनस्य अस्ति। यथा भवन्तः पूर्वम् अधीतवन्तः सन्ति, उदजनस्य परमाणुसंख्या 1 अस्ति। अतः एतस्य k कोशे एकः विद्युदणुः अस्ति तथा च k कोशपूरणाय एतस्य कृते इतोऽपि एकस्य विद्युदणोः आवश्यकता भवति। अतः उदजनस्य द्वौ परमाणू स्वीय-विद्युदणूनां सहभागितां कृत्वा उदजनस्य अणुं, H2 निर्मातः। परिणाम-स्वरूपेण उदजनस्य प्रत्येकम् अणुः स्वस्य निकटतम-उत्कृष्ट-वातस्य, यानातेः वैद्युतक-विन्यासं प्राप्नोति, यस्य कोशे द्वौ विद्युदणू भवतः। संयोजकता विद्युदणूनां दर्शनाय वयं बिन्दूनाम् अथवा रेखितस्य उपयोगं कर्तुं शक्नुमः (चित्रम् 4.1)।

विद्युदणोः सहभागि-युग्मम् उदजनस्य द्वयोः परमाण्वोः मध्ये एकम् आबन्धं निर्माति। एकः आबन्धः द्वयोः परमाण्वोः मध्ये एकया रेखया अपि व्यक्तीक्रियते यथा 4.2 चित्रे दर्शितम् अस्ति।

नीरज्याः परमाणु-संख्या 17 अस्ति। एतस्य वैद्युतक-विन्यासः तथा च संयोजकता का भविष्यति? नीरजी द्विपरिमाणुक-अणुं , Cl2 निर्माति। किं भवन्तः एतस्य अणोः विद्युदणु-बिन्दु-संरचनां निर्मातुं शक्नुवन्ति? स्मरन्तु यत् केवलं संयोजकता-कोश-वैद्युतकस्य एव चित्रणस्य आवश्यकता भवति।

प्राणवायोः द्वयोः परमाण्वोः मध्ये द्वि-आबन्धस्य निर्माणं दृश्यते। एवम् एतदर्थं भवति यतोहि प्राणवायोः L परमाणु-कोशे षट् विद्युदणवः भवन्ति (प्राणवायोः परमाणु-संख्या अष्ट अस्ति) तथा च एतस्य कृते अष्टकं पूरयितुं द्वयोः विद्युदण्वोः आवश्यकता भवति। अतः प्राणवायोः प्रत्येकं परमाणुः प्राणवायोः अन्य-परमाणुना सह द्वयोः विद्युदण्वोः सहभागितां करोति, येन अस्माभिः 4.3 चित्रस्य अनुसारं संरचना प्राप्ता भवति। प्राणवायोः प्रत्येकं परमाणुना प्रदत्त-विद्युदणु-द्वयेन विद्युदण्वोः द्वौ सहभागि-युग्मौ प्राप्तौ भवतः। एतत् द्वयोः परमाण्वोः मध्ये द्वि-आबन्धनिर्माणं कथ्यते।

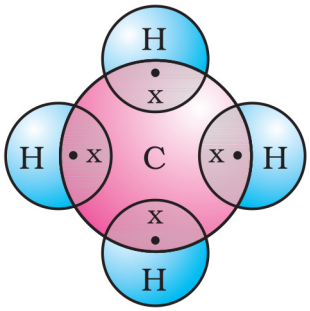
किम् अधुना भवन्तः जलस्य अणुं चित्रयितुं शक्नुवन्ति, यस्मिन् प्राणवायोः एकपरमाणोः तथा च उदजनस्य द्वयोः परमाण्वोः मध्ये आबन्धनस्य प्रकृतिः दर्शिता स्यात्? एतस्मिन् अणौ एकः आबन्धः अस्ति अथवा द्वि-आबन्धः?

भूयातेः द्विपरिमाणुक-अणौ कीदृशः आबन्धः भविष्यति? भूयातेः परमाणु-संख्या 7 अस्ति। एतस्य वैद्युतक-विन्यासः तथा च संयोजन-क्षमता का भविष्यति? अष्टकं प्राप्तुं भूयातेः एकस्मिन् अणौ भूयातेः प्रत्येकं परमाणुः त्रीन् विद्युदणून् ददाति, येन विद्युदणूनां त्रयः सहभागियुग्माः प्राप्यन्ते। एतत् द्वयोः परमाण्वोः मध्ये त्रि-आबन्ध-निर्माणं कथ्यते। N2 इत्यस्य विद्युदणु-बिन्दु- संरचना तथा च एतस्य त्रि-आबन्धः 4.4 चित्रस्य अनुसारेण दर्शयितुं शक्यते। अमृतक्षारस्य अणोः सूत्रं NH3 अस्ति। किं भवन्तः एतस्य अणोः विद्युदणु-बिन्दु-संरचनां चित्रयितुं शक्नुवन्ति, यस्याम् एतत् दर्शितं स्यात् यत् कथं सर्वे चत्वारः परमाणवः उत्कृष्ट-वात-विन्यासस्य स्थितिं प्राप्तवन्तः?

एतेषु अणुषु एकः, द्विगुणः अथवा त्रिकः, कः आबन्धः भविष्यति?

अधुना वयं मीथेन-वातं पश्यामः यः कौकिलीयस्य यौगिकः अस्ति। ईन्धनरूपेण मीथेन-वातस्य अधिकाधिकः उपयोगः भवति तथा च जैव-वातस्य तथा च सम्पीडित- प्राकृतिक-वातस्य प्रमुखघटकम् अस्ति। एतत् कौकिलीयस्य सर्वाधिक-सरल-यौगिकेषु एकम् अस्ति। मीथेन-वातस्य सूत्रं CH_4 अस्ति। यथा भवन्तः जानन्ति, उदजनस्य संयोजकता 1 अस्ति। कौकिलीयस्य चत्वारः संयोजकाः सन्ति यतोहि एतस्मिन् चत्वारः संयोजकता-विद्युदणवः भवन्ति। उत्कृष्ट-वातस्य स्थितिं प्राप्तुं कौकिलीयम् एतेषां विद्युदणूनां सहभागिताम् उदजनस्य चतुर्भिः परमाणुभिः सह करोति, यथा 4.5 चित्रे दर्शितम् अस्ति।

एवं प्रकारेण द्वयोः परमाण्वोः मध्ये विद्युदणोः एकस्य युग्मस्य सहभागिता-द्वारा निर्मीयमाणः आबन्धः सहसंयोजि-आबन्धः कथ्यते। सहसंयोजि-आबन्ध-युक्तेषु अणुषु तु प्रबल-आबन्धः भवति, किन्तु एतेषाम् अन्तरा-अणुक-बलं न्यूनं भवति। फलस्वरूपेण एतेषां यौगिकानां क्वथनाङ्काः तथा च गलनाङ्काः न्यूनाः भवन्ति। यतोहि परमाणूनां मध्ये विद्युदणूनां सहभागिता भवति तथा च आवेशिकणाः निर्मिताः भवन्ति, सामान्यतः एतादृशाः सहसंयोजि-यौगिकाः विद्युतः कुचालकाः भवन्ति।



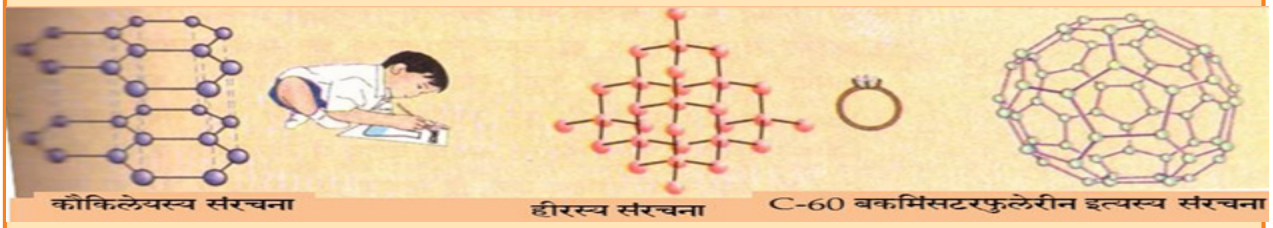
चित्रम् 4.4

भूयातेः द्वयोः परमाण्वोः मध्ये त्रि-आबन्धः

एतत् अपि जानन्तु

कौकिलीयस्य अपररूपम्

प्रकृतौ कौकिलीय-तत्त्वम् अनेकैः विभिन्न-भौतिक-गुणैः सह विविध-रूपेण प्राप्यते। हीरः तथा च कौकिलेयं द्वयमपि कौकिलीयस्य परमाणुभिः निर्मितम् अस्ति, कौकिलीयस्य परमाणूनां परस्परम् आबन्धनस्य पद्धतीनाम् आधारेण एव एतेषु भेदः भवति। हीरे कौकिलीयस्य प्रत्येकं परमाणुः कौकिलीयस्य चतुर्भिः अन्य-परमाणुभिः सह आबन्धितः भवति येन काचित् दृढा त्रि-आयामि-संरचना निर्मिता भवति। कौकिलेये कौकिलीयस्य प्रत्येकं परमाणोः आबन्धनं कौकिलीयस्य त्रिभिः अन्य-परमाणुभिः सह एकस्मिन् एव तले भवति येन षट्-कोणीयः व्यूहः मिलति। एतेभ्यः एकः आबन्धः द्वि-आबन्धी भवति येन कारणेन कौकिलीयस्य संयोजकता पूर्णा भवति। कौकिलेयस्य संरचनायां षट्-कोणीयतलः एकैकस्य उपरि व्यवस्थितः भवति



एतयोः द्वयोः विभिन्न-संरचनयोः कारणेन हीरस्य तथा च कौकिलेयस्य भौतिक-गुणधर्माः अत्यन्तं भिन्नाः भवन्ति, यतोहि तेषां रासायनिक-गुणधर्माः एकसमानाः भवन्ति। हीरः अधुना पर्यन्तं ज्ञातः सर्वाधिक-कठोर-पदार्थः अस्ति,

यद्यपि कौकिलेयं मृदु तथा च स्खलनशीलं भवति। गत-अध्याये भवन्तः येषाम् अधातूनां विषये अधीतवन्तः तेषां विपरीतं कौकिलेयं विद्युतः सुचालकं भवति।

शुद्धं कौकिलीयम् अत्यधिके उच्चभारे तथा च तापे उपचारितं कृत्वा हीरं संश्लेषितुं शक्नोति। एते संश्लिष्ट-हीराः आकारे लघवः भवन्ति, किन्तु अन्यथा एते प्राकृतिक-हीरेभ्यः अभेदनीयाः भवन्ति।

फुलेरीन-कौकिलीयम् अपररूपस्य अन्यः वर्गः अस्ति। सर्वस्मात् पूर्वं C-60 इति ज्ञातं यस्मिन् कौकिलीयस्य परमाणवः पादकन्दुक-रूपेण व्यवस्थिताः भवन्ति। यतोहि एतत् अमेरिका-देशीयः स्थपतिः बकमिन्सटर फुलर-द्वारा (Buckminster fuller) अभिकल्पिताः जियोडेसिक गुम्बदवत् प्रतीयते, अतः एव एतस्य अणोः कृते फुलरीन इति नाम दत्तम्।

प्रश्नाः

1. CO_2 सूत्रयुक्तस्य अङ्गाराम्ल-वायोःविद्युदणु-बिन्दु-संरचना का भविष्यति?
2. गन्धकस्य अष्टपरमाणुभिः निर्मितस्य गन्धकस्य अणोः विद्युदणोः बिन्दुसंरचना का भविष्यति?
   (सङ्केतः - गन्धकस्य अष्टपरमाणवः एक-अङ्गुष्ठ-रूपेण परस्परं योजिताः भवन्ति।)

2.4 कौकिलीयस्य सर्वतोमुख-प्रकृतिः

विभिन्न-तत्त्वेषु तथा च यौगिकेषु वयं विद्युदणूनां सहभागिता-द्वारा सहसंयोजि-आबन्धस्य निर्माणं दृष्टवन्तः। वयं सरल-कौकिलेय-यौगिकस्य, मीथेन-वातस्य संरचनाम् अपि दृष्टवन्तः। अध्यायस्य आरम्भे वयं दृष्टवन्तः यत् कति वस्तुषु कौकिलीयं प्राप्यते। वस्तुतः वयं स्वयम् अपि कौकिलीयस्य यौगिकैः निर्मिताः स्मः। अधुना एव रासायनिक-शास्त्रिभिः सूत्र-सहित-ज्ञातानां कौकिलीय-यौगिकानां गणना कृता यानि प्रायः त्रीणि प्रयुतानि (मिलियन) अनुमितानि। अन्येषां सर्वेषां तत्त्वानां यौगिकानाम् एकसार्धं स्थापनेन अपि एतेषां संख्या तेषां सर्वेषाम् अपेक्षया बहु अधिका अस्ति। एवं कथम् अस्ति यत् एते गुण धर्माः केवलं कौकिलीये एव प्राप्यन्ते कस्मिंश्चित् अन्यस्मिन् तत्त्वे न? सहसंयोजि-बन्धस्य प्रकृतेः कारणेन कौकिलीये बृहत्संख्यायां यौगिक-निर्माणस्य क्षमता भवति। कौकिलीये कारक-द्वयं दृष्टम् अस्ति -

(i) कौकिलीये कौकिलीयस्य एव अन्य-परमाणुभिः सह आबन्ध-निर्माणस्य अद्वितीया क्षमता भवति येन बृहत्सङ्ख्यायाम् अणवः निर्मिताः भवन्ति। एषः गुणः शृङ्खलनम् उच्यते। एतेषु यौगिकेषु कौकिलीयस्य दीर्घशृङ्खला, कौकिलीयस्य विभिन्न-शाखा-युक्तासु शृङ्खलासु अथवा वलयेषु व्यवस्थित-कौकिलीयम् अपि प्राप्यते। एतेन सह एव, कौकिलीयस्य परमाणवः एक, द्वि, अथवा त्रि-आबन्धेन युक्ताः भवितुम् अर्हन्ति। कौकिलीयस्य परमाणूनां मध्ये केवलम् एकेन आबन्धेन युक्तस्य कौकिलीयस्य यौगिकाः सन्तृप्तयौगिकाः कथ्यन्ते। द्वि-अथवा त्रि-आबन्ध-युक्तस्य कौकिलीयस्य यौगिकाः असन्तृप्तयौगिकाः कथ्यन्ते। कौकिलीयस्य यौगिकेषु यां सीमां यावत् शृङ्खलनस्य गुणः प्राप्यते सः कस्मिंश्चित् अन्यस्मिन् तत्त्वे न प्राप्यते। सैकतीयम् उदजनेन सह यौगिकं निर्माति येषु सप्त अथवा अष्ट परमाणु-पर्यन्तस्य शृङ्खला भवितुं शक्नोति, किन्तु एते यौगिकाः बहु अभिक्रियाशीलाः भवन्ति। कौकिलीय-कौकिलीय-आबन्धः अत्यधिकः प्रबलः भवति, अतः एषः स्थायी भवति। फलस्वरूपेण अनेक- कौकिलीय-परमाणुभिः सह परस्परं युक्ताः

अनेके यौगिकाः प्राप्ताः भवन्ति।

(ii) यतोहि कौकिलीयस्य संयोजकताः चतस्रः भवन्ति, अतः अत्र कौकिलीयस्य चत्वारः अन्य-परमाणवः अथवा केषाञ्चन अन्य-संयोजक-तत्त्वानां परमाणुभिः सह आबन्धनस्य क्षमता भवति। प्राणवायुः, उदजनम्, भूयातिः, गन्धकं, नीरजी तथा च अनेकैः अन्य-तत्त्वैः सह कौकिलीयस्य यौगिकाः भवन्ति, फलस्वरूपेण एतादृशाः विशेषगुणयुक्ताः यौगिकाः निर्मिताः भवन्ति ये अणौ कौकिलीयम् अतिरिच्य उपस्थित-तत्त्वस्य उपरि निर्भराः भवन्ति। प्रायशः अन्यतत्त्वैः सह कौकिलीयेन निर्मिताः आबन्धाः अत्यन्तं प्रबलाः भवन्ति येषां फलस्वरूपेण यौगिकाः अतिशयेन स्थिराः भवन्ति। कौकिलीयेन प्रबल-आबन्धानां निर्माणस्य एकं कारणम् एतस्य लघु-आकारः अपि अस्ति। एतस्य कारणं विद्युदणूनां सहभागियुग्मान् नाभिकं दृढतया गृहीत्वा तिष्ठति । बृहत्परमाणुयुक्तैः तत्त्वैः निर्मिताः आबन्धाः तुलनायाम् अत्यन्तं दुर्बलाः भवन्ति ।

एतदपि जानन्तु?

जैविक-यौगिकाः

कौकिलीये प्राप्यमाणाभ्यां द्वाभ्यां विशिष्ट-लक्षणाभ्यां, चतुःसंयोजकतया तथा च शृङ्खलनेन बृहत्-संख्यायां यौगिकानां निर्माणं भवति। अनेकेषां यौगिकानाम् अजैविक-परमाणवः अथवा परमाणु-समूहाः विभिन्नैः कौकिलीय-शृङ्खलाभिः युक्ताः भवन्ति। मूलरूपेण एते यौगिकाः प्राकृतिक-पदार्थतः प्राप्ताः आसन् तथा च एतत् अवबोधितम् आसीत् यत् एते कौकिलीय-यौगिकाः अथवा अजैविक-यौगिकाः केवलं सजीवेषु एव निर्मिताः भवितुं शक्नुवन्ति। अर्थात् एतत् अङ्गीकृतं यत् तेषां संश्लेषणाय काचित् जीवनशक्तिः आवश्यकी आसीत्। 1828 तमे वर्षे फ्रेडरिक वोहलरः अमृतक्षार-साइनेट-द्वारा यूरियां निर्माय एतत् असत्यम् इति प्रमाणितवान्। किन्तु कौकिलीयस्य, प्राङ्गारीयस्य तथा च उदजन-प्राङ्गारीयस्य लक्षणानि अतिरिच्य सर्वेषां कौकिलीय-यौगिकानाम् अध्ययनम् अधुना अपि जैविक-रसायनस्य अन्तर्गतं भवति।

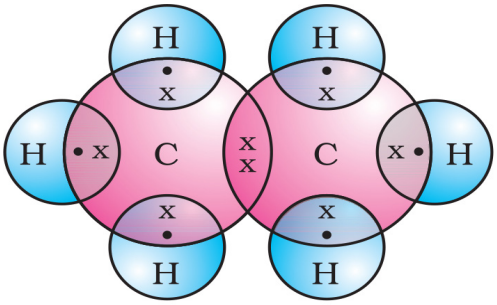
4.2.1 सन्तृप्ताः तथा च असन्तृप्ताः कौकिलीय-यौगिकाः

मीथेन-वातस्य संरचनां वयं पूर्वमेव अवगतवन्तः स्मः। कौकिलीयेन तथा च उदजनेन निर्मीयमाणः अन्यः यौगिकः एथेन-वातः अस्ति यस्य सूत्रम् C_2H_6 अस्ति। सरल-कौकिलीयस्य यौगिकानां संरचनां प्राप्तुं सर्वप्रथमं कौकिलीयस्य परमाणवः एकेन आबन्धेन परस्परं योज्यन्ते तथा च पुनः कौकिलीयस्य शेष-संयोजकतां सन्तोष्टुम् उदजनस्य परमाणूनाम् उपयोगः क्रियते। उदाहरणार्थम्, निम्न-चरणेषु एथेन-वातस्य संरचना प्राप्यते -

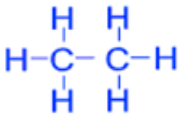
C—C चरणम् 1

चित्रम् 4.6 (a) एक-आबन्ध-द्वारा संयुक्ताः कौकिलीय-परमाणवः

प्रत्येकं कौकिलीय-परमाणोः तिस्रः संयोजकताः असन्तुष्टाः भवन्ति, अतः प्रत्येकम् आबन्धः त्रिभिः उदजन-परमाणुभिः सह क्रियते येन निम्नं प्राप्तं भवति



चित्रम् 4.6 (c)
एथेनवातस्य विद्युदणुबिन्दुसंरचना



चरणम् 2

चित्रम् 4.6 (b) त्रिभिः उदजन-परमाणुभिः संयुक्ताः प्रत्येकं कौकिलीय-परमाणवः एथेन-वातस्य विद्युदणु-बिन्दु-संरचना 4.6 (C) चित्रे दर्शिता अस्ति।

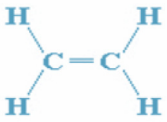
किं भवन्तः एवं प्रकारेण प्रोपेन-वातस्य संरचनां कर्तुं शक्नुवन्ति यस्य आणविक-सूत्रम् C_3H_8 भवति? भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् सर्वेषां परमाणूनां संयोजकता तेषां मध्ये निर्मितेन एकेन आबन्धेन सन्तुष्टा भवति। एतादृशाः यौगिकाः सन्तृप्त-यौगिकाः कथ्यन्ते। सामान्यतः एते यौगिकाः अधिकक्रियाशीलाः न भवन्ति।

किन्तु कौकिलीयस्य तथा च उदजनस्य एकस्य अन्य-यौगिकस्य सूत्रम् C_2H_4 अस्ति यत् एथीन कथ्यते। एषः अणुः कथं चित्रयितुं शक्यते? वयं पूर्ववत् चरण-बद्ध-विधिम् अनुसरिष्यामः।

C – C

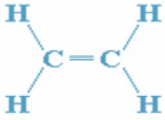
चरणम् 1

प्रत्येकं कौकिलीय-परमाणौ द्वौ उदजनपरमाणू भवतः ;

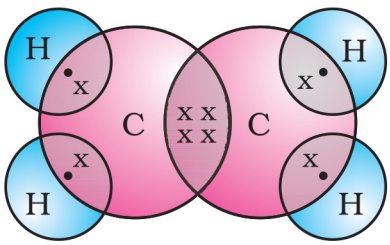


चरणम् 2

वयं पश्यामः यत् प्रत्येकं कौकिलीयस्य परमाणोः एका संयोजकता असन्तुष्टा भवति। तदा एव सन्तोषयितुं शक्यते यदा द्वयोः कौकिलीययोः मध्ये द्वि-आबन्धः भवेत् येन निम्नं प्राप्नुयात् ;



चरणम् 3



चित्रम् 4.7
एथेनवातस्य संरचना

4.7 चित्रे एथेन-वातस्य विद्युदणु-बिन्दु-संरचना दत्ता अस्ति।

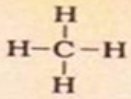
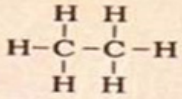
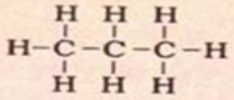
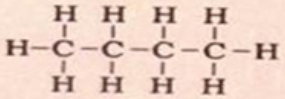
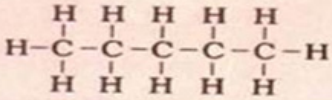
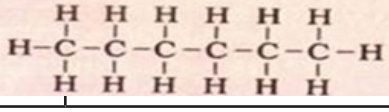
उदजनस्य तथा च कौकिलीयस्य एकस्य अन्य-यौगिकस्य सूत्रम् C2H-2 अस्ति यत् एथाइन कथ्यते। किं भवन्तः एथाइनस्य विद्युदणु-बिन्दु-संरचनायाः चित्रणं कर्तुं शक्नुवन्ति? एतेषां संयोजकतां सन्तोषयितुं

द्वयोः कौकिलीययोः परमाणु-मध्ये कति आबन्धाः आवश्यकाः सन्ति? कौकिलीय-परमाणूनां मध्ये एवं प्रकारेण द्विन्नाः आबन्धयुक्ताः कौकिलीय-यौगिकाः कौकिलीय यौगिकाः कथ्यन्ते तथा च एते सन्तृप्त-कौकिलीय-यौगिकानां तुलनायाम् अधिकाः अभिक्रियाशीलाः भवन्ति।

4.2.2 शृङ्खलाः, शाखाः तथा च वलयानि

गतखण्डे वयं क्रमशः 1, 2 तथा च 3 कौकिलीय-परमाणु-युक्तानां कौकिलीय-यौगिकानां मीथेनवातः, एथेन-वातः, प्रोपेन-वातः इति एतेषां चर्चां कृतवन्तः। कौकिलीय-परमाणूनां एतादृशीषु शृङ्खलासु दशाधिकाः कौकिलीय-परमाणवः भवितुं शक्नुवन्ति। एतेभ्यः षण्णां नामानि तथा च संरचनाः 4.2 सारण्यां दत्ताः सन्ति।

सारणी 4.2 कौकिलीयस्य तथा च उदजनस्य सन्तृप्त-यौगिकानां सूत्राणि तथा च संरचनाः

कौकिलीयस्य परमाणुसंख्या	नामानि	सूत्राणि	संरचनाः
1	मीथेन-वातः	CH_4	
2	एथेन-वातः	C_2H_6	
3	प्रोपेन-वातः	C_3H_8	
4	ब्लूटेन-वातः	C_4H_{10}	
5	पेन्टेन-वातः	C_5H_{12}	
6	हेक्सेन-वातः	C_6H_{14}	

किन्तु आगच्छन्तु वयं ब्यूटेन-वातस्य विषये पुनः विचारं कुर्मः। यदि वयं चतुर्भिः कौकिलीय-परमाणुभिः कौकिलीय-अस्थि-पञ्जरं निर्मामः तर्हि अस्माभिः ज्ञायते यत् विभिन्नम् अस्थि-पञ्जर-द्वयं भवितुं शक्नोति -

चित्रम् 4.8 (a) सम्भावितं कौकिलीयम् अस्थि-पञ्जर-द्वयम्

शेष-संयोजकतायाः स्थाने उदजन-पूरणेन अस्माभिः निम्नलिखितं प्राप्तं भवन्ति -

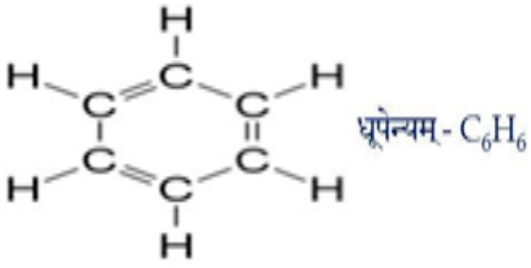
चित्रम् 4.8 (b) C_4H_{10} सूत्रेण द्वयोः संरचनयोः कृते सम्पूर्ण-अणवः

वयं पश्यामः यत् एतयोः द्वयोः संरचनयोः एकम् एव सूत्रम् C4H10 अस्ति। समानम् आणविक-सूत्रं किन्तु विभिन्न-संरचना-युक्तः एतादृश-यौगिकः संरचनात्मकं-समावयनं कथ्यते।

ऋजु तथा च शाखिनां कौकिलीय-शृङ्खलाम् अतिरिच्य केषुचित् यौगिकेषु कौकिलीय-परमाणवः वलयाकारे व्यवस्थिताः भवन्ति। यथा – साइक्लोहेक्सेन-वातस्य सूत्रं C6H12 अस्ति। तथा च तस्य संरचना अधः अस्ति -

चित्रम् 4,9 साइक्लोहेक्सेन-वातस्य संरचना (a) कौकिलीयम् अस्थि-पञ्जरम् (b) सम्पूर्ण-अणवः

किं भवन्तः साइक्लोहेक्सेन-वातस्य संरचनां चित्रयितुं शक्नुवन्ति? सरला शृङ्खला, शाखिता शृङ्खला तथा च चक्रीय-कौकिलीय-यौगिकाः सर्वे सन्तृप्ताः अथवा असन्तृप्ताः यौगिकाः भवितुं शक्नुवन्ति। यथा - धूपेन्यस्य (C6H6) संरचना अधः अस्ति –



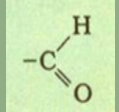
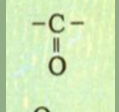
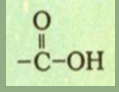
चित्रम् 4.10 धूपेन्यस्य संरचना

केवलं कौकिलीयं तथा च उदजनयुक्ताः एते सर्वे कौकिलीय-यौगिकाः उदप्राङ्गाराः कथ्यन्ते। एतेभ्यः सन्तृप्ताः उदप्राङ्गाराः 'ऐल्केन' कथ्यन्ते। एतादृशाः असन्तृप्ताः उदप्राङ्गाराः येषु एकः अथवा अधिक-द्विगुणाः आबन्धाः भवन्ति 'ऐल्कीन' कथ्यन्ते। एकः अथवा अधिकाः त्रि-आबन्धयुक्ताः 'ऐल्काइन' इति कथ्यन्ते।

4.2.3 मया सह मैत्रीं करिष्यन्ति?

कौकिलीयम् अत्यन्तं मैत्रीपूर्णं तत्त्वम् अस्ति। अधुना पर्यन्तम् अस्माभिः उदजनस्य यौगिकानां चर्चा कृता। किन्तु कौकिलीयम् अन्यतत्त्वैः यथा – रासायनिक-पदार्थः नीकुल्येन , प्राणवायुना, भूयातिना, तथा च गन्धकेन सह अपि आबन्धं निर्माति। उदप्राङ्गार-शृङ्खलायाम् एतत् तत्त्वम् एकम् अथवा अधिकम् उदजनम् एवं प्रकारेण प्रतिष्ठापयति यत् कौकिलीयस्य संयोजकता सन्तुष्टा तिष्ठति। एतादृश-यौगिकेषु उदजनस्य प्रतिस्थापन-तत्त्वानि विषम-परमाणवः कथ्यन्ते। एते विषम-परमाणवः केषुचित् प्रकार्यात्मक-समूहेषु अपि उपस्थिताः भवन्ति यथा 4.3 सारण्यां दत्तम् अस्ति। एते विषम-परमाणवः तथा च ते प्रकार्यात्मक-समूहाः येषु एतानि उपस्थितानि भवन्ति ते यौगिकानां कृते विशिष्ट-गुणान् प्रददति। एते गुणाः कौकिलीय-शृङ्खलायाः दीर्घतायां प्रकृतौ च निर्भराः न भवन्ति, फलस्व-रूपेण एते प्रकार्यात्मक-समूहाः कथ्यन्ते। 4.3 सारण्यां केचन प्रकार्यात्मक-समूहाः दत्ताः सन्ति। एकया रेखया समूहस्य मुक्तसंयोजकताः अथवा संयोजकताः दर्शिताः सन्ति। उदजनस्य एकम् अथवा अधिकान् परमाणून् प्रतिष्ठाप्य एतया संयोजकतया प्रकार्यात्मक-समूहाः कौकिलीय-शृङ्खलया संयुक्ताः भवन्ति।

सारणी 4.3 कौकिलीय-यौगिकेषु केचन प्रकार्यात्मक-समूहाः

विषम-परमाणवः	प्रकार्यात्मक-समूहाः	प्रकार्यात्मक-समूहस्य सूत्रम्
C1/Br	अंशुमाला नीरकः	—C1,—Br (उदजन-परमाणोः प्रतिष्ठापी)
प्राणवायुः	1. मद्यसारः	—OH
	2. सुव्युदः	
	3. कीटोन	
	4. कार्बोक्सिलिक-अम्लः	

भवन्तः दृष्टवन्तः यत् कौकिलीय-परमाणून् परस्परं योजयित्वा विभिन्न-दीर्घतायाः शृङ्खलाः निर्मातुं शक्यन्ते। सह एव एतासु कौकिलीय-शृङ्खलासु स्थिताः उदजन-परमाणवः उपर्युक्तेषु केषुचित् अपि प्रकार्यात्मक-समूहेषु प्रतिष्ठापयितुं शक्यन्ते। मद्यसारादेः तथा च प्रकार्यात्मक-समूहस्य उपस्थितिः कौकिलीय-यौगिकस्य गुणधर्मान् प्रभावयति, कौकिलीय-शृङ्खलायाः दीर्घता का अपि स्यात्। यथा CH_3OH, C_2H_5H, C_3H_7OH, तथा च C_4H_9OH इति एतेषां रासायनिक-गुणधर्मेषु अत्यधिक-समानता अस्ति। अतः यौगिकानाम् एतादृशी शृङ्खला यस्यां स्थितम् उदजनम् एकविधेन एव प्रकार्यात्मक-समूहेन प्रतिष्ठाप्यते, सा समजातीय-श्रेणी कथ्यते।

अधुना वयं 4.2 सारण्यां वर्णितां समजातीय-श्रेणीं द्रक्ष्यामः। यदि वयम् उत्तरोत्तर-यौगिकानां सूत्राणि पश्यामः तर्हि यथा -

CH_4 तथा च C_2H_6 — एतेषु एक $-CH_2-$ घटकस्य भेदः अस्ति

C_2H_6 तथा च C_3H_8 — एतेषु एक $-CH_2-$ घटकस्य भेदः अस्ति

अग्रिमयुगले- प्रोपेन-वाते (C_3H_8) तथा च ब्यूटेन-वाते (C_4H_{10}) कः भेदः अस्ति?

किं भवन्तः एतेषां युग्मानाम् आणविक-द्रव्यमानेषु अन्तरं ज्ञातुं शक्नुवन्ति (कौकिलीयस्य परमाणविकं द्रव्यमानं 12u अस्ति तथा च उदजनस्य परमाणविकं द्रव्यमानम् 1u अस्ति)?

एतेन एव प्रकारेण, ऐल्कीन इत्यस्य समजातीय-श्रेणीं पश्यन्तु। श्रेण्याः प्रथमः सदस्यः ऐल्कीन अस्ति यस्य विषये वयं पूर्वमेव 4.2.1 अनुभागे अधीतवन्तः। एथेन-वातस्य सूत्रं किम् अस्ति? उत्तरोत्तर-सदस्यानां सूत्राणि C_3H_6, C_4H_8 तथा च C_5H_{10} सन्ति। किम् एतेषु अपि $-CH_2-$ घटकस्य भेदः अस्ति?

किं भवन्तः एतेषु यौगिकेषु कौकिलीयस्य तथा च उदजनस्य परमाणूनां संख्यायाः मध्ये कमपि सम्बन्धम् अनुभवन्ति? ऐल्कीन इत्यस्य सामान्य-सूत्ररूपेण C_nH_{2n} लेखितुं शक्यते, यत्र $n = 2,3,4$ अस्ति। किं भवन्तः एतेन एव प्रकारेण ऐल्कीन तथा च ऐल्काइन इति एतयोः सामान्य-सूत्राणि निर्मातुं शक्नुवन्ति?

यदा कस्याञ्चित् समजातीय-श्रेण्याम् आणविकं द्रव्यमानं वर्धते तदा भौतिक-गुणधर्मेषु क्रमबद्धता दृश्यते। एवम् एतदर्थं भवति यतोहि आणविक-द्रव्यमानस्य वर्धनेन सह गलनाङ्के तथा च क्वथनाङ्के वृद्धिः भवति। कस्मिंश्चित् विशेष-विलायके विलायता इव भौतिक-गुणधर्माः अपि एतादृशीं क्रमबद्धतां दर्शयन्ति। किन्तु पूर्णरूपेण प्रकार्यात्मक-समूहेन सुनिश्चीयमानाः रासायनिक-गुणाः समजातीय-श्रेण्याम् एकसमानाः भवन्ति।

क्रियाकलापः 4.2

- सूत्रेषु तथा च आणविक-द्रव्यमानेषु अन्तरं गणयन्तु (a). CH_3OH तथा च C_2H_5OH (b) C_2H_5OH तथा च C_3H_7OH तथा च (c) C_3H_7OH तथा च C_4H_9OH
- किम् एतेषु त्रिषु कापि समानता अस्ति?
- एकस्य परिवारस्य निर्माणाय एतं मद्यसारं कौकिलीय-परमाणूनां वृद्धिक्रमे व्यवस्थितं कुर्वन्तु। किम् एते एक-समजातीय-श्रेण्याः परिवारः इति वक्तुं शक्यते?
- 4.3 सारण्यां दत्त-अन्य-प्रकार्यात्मक-समूहानां कृते चतुष्कौकिलीयं यावत् यौगिकानां समजातीय-श्रेणीं सज्जीकुर्वन्तु

4.2.5 कौकिलीय-यौगिकानां नामपद्धतिः

कस्याञ्चित् समजातीय-श्रेण्यां यौगिक-नाम्नाम् आधारः मूलभूत-कौकिलीयस्य तासु मूलभूत-शृङ्खलासु आधारितः भवति ये प्रकार्यात्मक-समूहस्य प्रकृतेः अनुसारं 'पूर्वलग्नेन' 'उपसर्गेण' अथवा 'अनुलग्नेन' 'प्रत्ययेन' संशोधिताः कृताः स्युः। यथा 4.2 क्रियाकलापे स्वीकृत-मद्यसाराणां नामानि सन्ति- मेथेनॉल, दक्षिन्यवः, प्रोपेनॉल तथा च ब्यूटेनॉल।
निम्न-विधि-द्वारा कस्यचित् कौकिलीय-यौगिकस्य नामकरणं कर्तुं शक्यते -

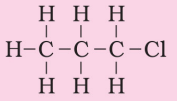
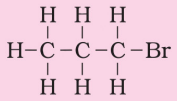
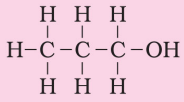
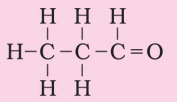
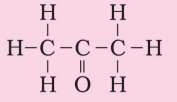
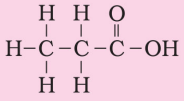
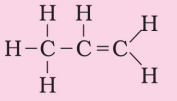
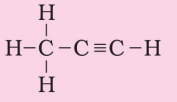
(i) यौगिके कौकिलीय-परमाणूनां संख्यां जानन्तु। त्रयाणां कौकिलीय-परमाणूनां यौगिकस्य नाम प्रोपेन-वातः भविष्यति।

(ii) प्रकार्यात्मक-समूहस्य उपस्थितौ एतं पूर्वलग्नेन अथवा अनुलग्नेन सह यौगिकस्य नाम्नि दर्श्यते (4.4 सारण्याः अनुसारम्)।

(iii) यदि प्रकार्यात्मक-समूहस्य नाम पूर्वलग्नस्य आधारेण देयं तर्हि कौकिलीय-शृङ्खलायाः नाम्ना अन्त्यस्य 'e' अपसार्य, तस्मिन् समुचितम् अनुलग्नं योजयित्वा संशोध्यते। यथा कीटोन-समूहस्य त्रिकौकिलीय-शृङ्खलायै निम्नविधिना नाम दास्यते - propane-'e' = 'one' = propanone प्रोपेनोन-वातः,

(iv) असन्तृप्त-कौकिलीय-शृङ्खलायां कौकिलीय-शृङ्खलायाः नाम्नि दत्तम् अन्तिमं 'one' 4.4 सारण्याः अनुसारेण 'one' अथवा 'yne' इति एतेन प्रतिष्ठापयन्ति। यथा – द्वि-आबन्धयुक्ता त्रिकौकिलीय-शृङ्खला प्रोपीन कथयिष्यते तथा च त्रि-आबन्धे सति एतत् प्रोपाइन (propayne) कथयिष्यते।

सारणी 4.4 प्रकार्यात्मक-समूहानां नामपद्धतिः

प्राकार्यात्मक-समूहः	पूर्वलग्नः/अनुलग्नः	उदाहरणम्
1.नीकुल्यः	पूर्वलग्नः क्लोरो, ब्रोमो, आदयः	 क्लोरोप्रोपेन-वातः
		 ब्रोमोप्रोपेन-वातः
2.मद्यसारः	अनुलग्नः- ol	 प्रोपेनॉल
3.सुव्युदः	अनुलग्नः- al	 प्रोपेनैल
4.कीटोन	अनुलग्नः- one	 प्रोपेनोन-वातः
5.कार्बोक्सिलिक-अम्लः	अनुलग्नः- oic acid	 प्रोपेनाइकाम्लम्
6.द्वि-आबन्धः	अनुलग्नः- one	 प्रोपीन
7.त्रि-आबन्धः	अनुलग्नः- yne	 प्रोपाइन

प्रश्नाः

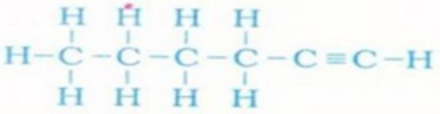
1. पेन्टेन-वातस्य कृते भवन्तः कति संरचनात्मक-समावयवान् चित्रयितुं शक्नुवन्ति?
2. कौकिलीयस्य गुणधर्म-द्वयं किं यस्य कारणेन अस्मान् परितः कौकिलीय-यौगिकानां विशाल-संख्या दृश्यते?
3. साइक्लोपेन्टेन-वातस्य सूत्रं तथा च विद्युदणु-बिन्दोः संरचना का भविष्यति?
4. निम्न-यौगिकानां संरचनाः चित्रयन्तु

   (i) एथेनॉइक-अम्लः (ii) ब्रोमोपेन्टेन-वातः*

   (iii) ब्यूटेनोन (iv) हेक्सेनैल

   *किं ब्रोमोपेन्टेन-वातस्य संरचनात्मकः समावयवः सम्भवति?
5. निम्न-यौगिकानां नामकरणं कथं करिष्यन्ति?

(i) $CH_3—CH_2—Br$ (ii)

(iii) 

4.3 कौकिलीय-यौगिकानां रासायनिक-गुणधर्माः

एतस्मिन् भागे वयं कौकिलीय-यौगिकानां केषाञ्चन रासायनिक-गुणधर्माणाम् अध्ययनं करिष्यामः। यतोहि अस्माभिः उपयुज्यमानानि अधिकांश-ईन्धनानि कौकिलीयानि अथवा तस्य यौगिकाः भवन्ति, अतः सर्वप्रथमं वयं दहनस्य विषये पठिष्यामः।

4.3.1 दहनम्

स्वस्य सर्वेषु अपर-रूपेषु कौकिलीयं, प्राणवायौ दग्ध्वा ऊष्मया तथा च प्रकाशेन सह अङ्गाराम्लवायुं ददाति। दहनान्तरम् अधिकांशाः कौकिलीय-यौगिकाः अपि प्रचुर-मात्रायाम् ऊष्मां तथा च प्रकाशं मुञ्चन्ति। निम्नलिखिताः ताः प्रजारण-अभिक्रियाः सन्ति यासाम् अध्ययनं भवन्तः प्रथमे अध्याये कृतवन्तः आसन् -

(i) C + O2 →CO2 + ऊष्मा तथा च प्रकाशः

(ii) CH4 + O2 → CO2 + H2O + ऊष्मा तथा च प्रकाशः

(iii) CH3CH2 + O2 → CO2 + H2O+ ऊष्मा तथा च प्रकाशः

प्रथमे अध्याये अधीत-विधि-द्वारा (ii) तथा च (iii) अभिक्रियाः सन्तुलिताः कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 4.3

सावधानता-एतस्य क्रियाकलापस्य कृते शिक्षकस्य पर्यवेक्षणम् अनिवार्यम् अस्ति।

- एकस्मिन् अभ्रौ एकैकशः कांश्चन कौकिलीय-यौगिकान् (गन्धकर्पूरं, कर्पूरं, मद्यसारं) स्वीकृत्य ज्वालयन्तु।
- ज्वालायाः प्रकृतेः प्रेक्षणं कुर्वन्तु तथा च लिखन्तु धूमः उत्पन्नः अथवा न।
- ज्वालायां धातोः एकां स्थालिकां स्थापयन्तु। एतेभ्यः कस्यचित् अपि यौगिकस्य कारणेन किं स्थालिकायां किमपि निक्षेपणं जातम्?

क्रियाकलापः 4.4

- एकं बुन्सेन-दाहकं ज्वालयन्तु तथा च विविध-ज्वालायाः/धूमस्य उपस्थितिं प्राप्तुं तस्य आधारेण वायुछिद्रं व्यवस्थितं कुर्वन्तु।
- पीतवर्णीया, कृष्णवर्णीया ज्वाला कदा प्राप्ता?
- नीलवर्णीया ज्वाला कदा प्राप्ता?

सन्तृप्त-उदप्राङ्गारतः सामान्यतः स्वच्छ-ज्वाला निस्सरिष्यति यतोहि असन्तृप्त-कौकिलीय-यौगिकात् अत्यधिका कृष्णधूमवती पीतवर्णीया ज्वाला निस्सरिष्यति। एतस्य परिणाम-स्वरूपेण 4.3 क्रियाकलापे धातोः स्थालिकायां कज्जल-निक्षेपः भविष्यति। किन्तु , वायोः आपूर्तेः सीमितकरणेन अपूर्ण-दहनेन सन्तृप्त-उदप्राङ्गारात् अपि कज्जल-ज्वाला निस्सरिष्यति। गृहेषु उपयुज्यमानस्य वातस्य/मृत्तैलस्य चुल्लिकायां वायोः कृते छिद्राणि भवन्ति येन पर्याप्त-मात्रायां प्राणवायु-समृद्ध-मिश्रणं ज्वलित्वा स्वच्छ-नील-ज्वालां ददाति।

यदि कदाचित् पात्रतलं कृष्णं जायमानं दृश्यते तर्हि एतस्य अर्थः भविष्यति यत् वायु-छिद्राणि अवरुद्धानि सन्ति तथा च ईन्धनस्य व्यर्थव्ययः भवति। अङ्गारे तथा च पृथिवी-पार्वतकादि-ईन्धनेषु कस्याञ्चित् मात्रायाम् उदजनानि तथा च गन्धकानि भवन्ति। एतेषां दहनस्य फलस्वरूपेण गन्धकं तथा च भूयातेः जारेयस्य निर्माणं भवति यत् पर्यावरणे प्रमुखप्रदूषकं भवति।

किं भवन्तः जानन्ति?

किमर्थं ज्वलन्तः पदार्थाः ज्वालाम् उत्पादयन्ति अथवा न उत्पादयन्ति?

किं भवन्तः कदाचित् अङ्गारस्य अथवा काष्ठस्य अग्निं दृष्टवन्तः सन्ति? यदि न, तर्हि अग्रिमवारं यदा कदापि अवसरः प्राप्यते तदा भवन्तः ध्यानेन पश्यन्तु यत् अग्नेः अथवा अङ्गारस्य ज्वलनस्य आरम्भानन्तरं किं भवति। भवन्तः दृष्टवन्तः यत् एकस्याः सिक्थवर्तिका अथवा अनिलचुल्लेः एल.पी.जी., ज्वलन-समये ज्वालाम् उत्पादयति। यद्यपि भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् अङ्गारके ज्वलन् अङ्गारः कदाचित् रक्तवर्णः इव उज्वलः भवति तथा च ज्वालां विना ऊष्मां ददाति। एवम् एतदर्थं भवति यतोहि केवलं वातीय-पदार्थानां दहनेन एव ज्वाला उत्पन्ना भवति। काष्ठस्य अथवा अङ्गारस्य दहनेन उपस्थिताः वाष्पशील-पदार्थाः वाष्पीकृताः भवन्ति तथा च आरम्भे ज्वालया सह ज्वलन्ति।

वातीय-पदार्थानां परमाणूनां कृते ताप-दानेन काचित् दीप्तज्वाला दृश्यते तथा च उज्वलीभवनम् आरभते। प्रत्येकं तत्त्व-द्वारा उत्पन्नः वर्णः तस्य तत्त्वस्य अभिलाक्षणिकः गुणः भवति। अनिलचुल्लेः ज्वालायां ताम्रस्य तन्त्रीं ज्वालयितुं प्रयत्नं कुर्वन्तु तथा च एतस्य वर्णस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। भवन्तः दृष्टवन्तः यत् अपूर्ण-दहनेन कज्जलम् उत्पद्यते यत् कौकिलीयं भवति। एतस्य आधारेण भवन्तः सिक्थवर्तिकायाः पीतवर्ण-ज्वालायाः किं कारणं वदिष्यन्ति ?

एतत् अपि जानन्तु?

अङ्गारस्य तथा पृथिवीपार्वतकस्य निर्माणम्

अङ्गारस्य तथा च पृथिवीपार्वतकस्य निर्माणं जैवमात्रातः अभवत् ये विभिन्न-जैविकीयानां तथा च भूवैज्ञानिक-प्रक्रियाणाम् उपरि निर्भराः भवन्ति। अङ्गाराः लक्षशः वर्षपुरातन-वृक्षाणां, पर्णाङ्गस्य तथा च अन्यपादपानाम् अवशेषाः सन्ति। सम्भवतः भूकम्पेन अथवा ज्वालामुखी-स्फोटकारणेन ये भूमौ शिलानां स्तरस्य अधः अवमर्दिताः आसन् तथा च शनैः-शनैः अपक्षीय अङ्गाराः अभवन्। तैलं तथा च वातः लक्षशः वर्षपुरातनानां लघुसमुद्रीय-पादपानां तथा च जीवानाम् अवशेषाः सन्ति। तेषां मरणानन्तरं तेषां शरीरं समुद्रतले निमज्जितं तथा च पङ्केन आच्छादितम्। तेषां मृत-अवशेषाणाम् उपरि जीवणूनाम् आक्रमणेन उच्च-प्रबलतायाः कारणेन तैलस्य तथा च वातस्य निर्माणम् अभवत्। एतस्मिन् एव अन्तराले पङ्कः शनैः-शनैः उपमर्दितः भूत्वा शिला अभवत्। शिला-खण्डस्य छिद्रित-भागतः तैलस्य तथा च वातस्य स्यन्दनम् अभवत् तथा च एतत् जले घोषकवत् अवरुद्धम् अभवत्। किं भवन्तः अनुमानं कर्तुं शक्नुवन्ति यत् अङ्गारः तथा च शिलातैलं किमर्थं जीवाश्मीय-ईन्धनं कथ्यते।

4.3.2 प्रजारणम्

क्रियाकलापः 4.5

- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां प्रायः 3 ml दक्षिन्यवं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतत् जल-उष्मके सावधानतया उष्णीकुर्वन्तु।
- एतस्मिन् विलयने क्षारीयं पोटैशियम-परमैङ्गनेट-धातोः 5% एकैकं बिन्दुं पातयन्तु।
- पातनेन आरम्भे किं पोटैशियम-परमैङ्गनेट-धातोः वर्णः तथैव तिष्ठति?
- अधिकमात्रायां पातनेन पोटैशियम-परमैङ्गनेट-धातोः वर्णः किमर्थं न अपगच्छति?

प्रथमे अध्याये भवन्तः प्रजारणस्य अभिक्रियाः अधीतवन्तः। दहनेन कौकिलीय-यौगिकाः सरलतया प्रजारणीकर्तुं शक्यन्ते। एतत् पूर्णं प्रजारणम् अतिरिच्य एतादृश्यः अभिक्रियाः अपि भवन्ति यासु मद्यसारः कार्बोक्सिलिक-अम्लेषु परिवर्त्यते ;

$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{(अथवा आम्लीकृता } K_2Cr_2O_7\text{+ ऊष्मा)}]{\text{(क्षारीयः } KMnO_4\text{+ ऊष्मा)}} CH_3COOH$$

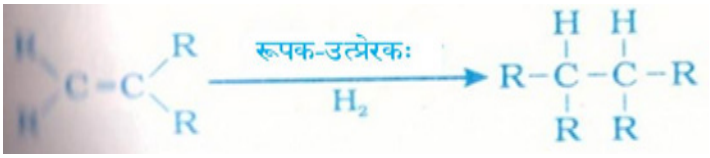
वयं पश्यामः यत् केषुचित् पदार्थेषु अन्यपदार्थानां कृते प्राणवायु-दानस्य क्षमता भवति। एते पदार्थाः **प्रजारकाः** कथ्यन्ते।

क्षारीय-पोटैशियम-परमैङ्गनेट-धातुः अथवा अम्लीकृताः पोटैशियम-डाइक्रोमेट-मद्यसाराः अम्लेषु प्रजारणीकृताः क्रियन्ते अर्थात् एते आरम्भिक-पदार्थेषु प्राणवायुं योजयन्ति। अतः एव एते प्रजारकाः कथ्यन्ते।

4.3.3 सङ्कलन-अभिक्रिया

निचूषातुः अथवा रूपक-सदृश-उत्प्रेरकाणाम् उपस्थितौ असन्तृप्त-उदप्राङ्गाराः उदजनं योजयित्वा सन्तृप्त-उदप्राङ्गारान् ददति। उत्प्रेरकाः ते पदार्थाः भवन्ति येषां कारणेन अभिक्रिया भिन्नरूपेण अग्रे वर्धते याः अभिक्रियां न प्रभावयन्ति। रूपक-

उत्प्रेरकाणाम् उपयोगं कृत्वा साधारणतया वनस्पति-तैलानाम् उदजनीकरणे एषा अभक्रिया उपयुज्यते। वनस्पति-तैलेषु साधारणतया दीर्घाः असन्तृप्ताः कौकिलीय-शृङ्खलाः भवन्ति यद्यपि जन्तुवसायां सन्तृप्ताः कौकिलीय-शृङ्खलाः भवन्ति।



भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् केषुचित् विज्ञापनेषु कथ्यते यत् वनस्पति-तैलानि स्वास्थ्य-वर्धकानि भवन्ति। साधारणतया जन्तु-वसायां सन्तृप्ताः वसा-अम्लाः भवन्ति ये स्वास्थ्यस्य कृते हानिकारकाः मन्यन्ते। भोजन-पाकस्य कृते असन्तृप्त-वसा-अम्ल-तैलानाम् उपयोगः करणीयः।

4.3.4 प्रतिष्ठापन-अभिक्रिया

सन्तृप्ताः उदप्राङ्गाराः अत्यधिकाः अनभिकृताः भवन्ति तथा च अधिकांश-अभिकर्मकाणाम् उपस्थितौ अक्रियाशीलाः भवन्ति। यद्यपि सूर्यप्रकाशस्य उपस्थितौ अतीव तीव्र-अभिक्रियायां नीरज्याः उदप्राङ्गारे सङ्कलनं भवति। नीरजी एकैकशः उदजनस्य परमाणून् प्रतिष्ठापयति। एषा प्रतिष्ठापन-अभिक्रिया कथ्यते, यतोहि एकविधाः परमाणवः, अथवा परमाणूनां समूहाः अन्यस्य स्थानं स्वीकुर्वन्ति। साधारणतया उच्च-समजातीय-ऐल्केन इत्यनेन सह अनेकेषाम् उत्पादानां निर्माणं भवति।

$$CH_4 + C1_2 \xrightarrow{\text{(सूर्यप्रकाशस्य उपस्थितौ)}} CH_3C_1 + HC_1$$

प्रश्नाः

1. दक्षिन्यवतः एथेनॉइक-अम्ले परिवर्तनं प्रजारण-अभिक्रिया किमर्थं कथ्यते?
2. प्राणवायोः तथा च एथाइन-मिश्रणस्य दहनं वेल्डिङ्ग-कृते क्रियते। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् एथाइन तथा च वायोः मिश्रणस्य उपयोगः किमर्थं न क्रियते?

4.4 केचन महत्त्वपूर्णाः कौकिलीय-यौगिकाः दक्षिन्यवः तथा च शौक्त-अम्लः

अनेके कौकिलीय-यौगिकाः अस्माकं कृते अमूल्याः भवन्ति। किन्तु अत्र वयं व्यावसायिक-रूपेण महत्त्वपूर्णयोः द्वयोः यौगिकयोः दक्षिन्यवस्य तथा च शौक्त-अम्लस्य गुणधर्माणाम् अध्ययनं करिष्यामः।

4.4.1 दक्षिन्यवस्य गुणधर्माः

दक्षिन्यवः कक्षायाः तापे द्रव-अवस्थायां भवति (दक्षिन्यवस्य गलनाङ्कस्य तथा च क्वथनाङ्कस्य कृते 4.1 सारणीं पश्यन्तु)। सामान्यतः दक्षिन्यवः मद्यसारः कथ्यते तथा च एषः सर्वेषां मद्यसारपेय-पदार्थानां महत्त्वपूर्णः अवयवः भवति। एतत् अतिरिच्य एषः कश्चित् उत्तमः विलायकः अस्ति अतः एतस्य उपयोगः कृमिद्रु-जम्बुकी, कफः, लेहः , बल्यादि-सदृशीषु ओषधिषु भवति। दक्षिन्यवः कस्मिंश्चित् अपि अनुपाते जले मेलयितुं

शक्यते। सूक्ष्म-दक्षिन्यवस्य किञ्चित् मात्रा-स्वीकरणेन मादः आगच्छति। यतोहि मद्यसारस्य पानं निन्दनीयम् अस्ति किन्तु समाजे बाहुल्येन प्रचलितम् अस्ति। किन्तु शुद्ध-दक्षिन्यवस्य (परिशुद्ध-मद्यसारस्य) किञ्चित् इव अपि मात्रा घातिका भवितुं शक्नोति। बहुकालपर्यन्तं मद्यसारस्य सेवनेन स्वास्थ्य-सम्बद्धाः बह्व्यः समस्याः उत्पन्नाः भवन्ति।

क्रियाकलापः 4.6

शिक्षकद्वारा प्रदर्शनम्-

- प्रायः तण्डुलद्वयस्य आकारसदृशं क्षारातोः एकं लघुखण्डं दक्षिन्यवे स्थापयन्तु।
- भवन्तः किं प्रेक्षणं कुर्वन्ति?
- उत्सर्जित-वातस्य भवन्तः कथं परीक्षणं करिष्यन्ति?

दक्षिन्यवस्य अभिक्रियाः

(i) क्षारातुना सह अभिक्रिया-

$2Na + {}_2CH_3CH_2OH \rightarrow 2CH_3CH_2O\text{-}Na+ + H_2$

(क्षारातु एथॉक्साइड)

मद्यसारः क्षारातुना अभिक्रियां कृत्वा उदजन-वातम् उत्सृजति। दक्षिन्यवेन सह अभिक्रियायाम् अन्य-उत्पादः क्षारातु-एथॉक्साइड निर्मीयते। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् कः अन्यपदार्थः धातुना सह अभिक्रियां कृत्वा उदजनं निर्माति?

(ii) असन्तृप्त-उदप्राङ्गार-निर्माणस्य अभिक्रिया — 443K तापमाने दक्षिन्यवम् आधिक्य-सान्द्र-गन्धकीय-अम्लेन सह उष्णीकरणेन दक्षिन्यवस्य निर्जलीकरणं भूत्वा एथीन निर्मीयते।

$$CH_3 - CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{(उष्ण-सान्द्रम्)}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

एतस्याम् अभिक्रियायां गन्धकीय-अम्लः निर्जलीकारक-रूपेण कार्यं करोति यः दक्षिन्यवतः जलं पृथक् करोति।

सजीवप्राणिषु मद्यसारस्य कः प्रभावः भवति?

यदा अधिक-मात्रायां दक्षिन्यवस्य सेवनं क्रियते तदा एतेन उपापचयि-प्रक्रिया मन्दा भवति तथा च केन्द्रीय-तन्त्रिका-तन्त्रं निर्बलं भवति। एतस्य कारणेन समन्वयस्य न्यूनता, मानसिक-सम्भ्रमः, निद्रालुत्वं, सामान्य-अवरोधस्य न्यूनता तथा च भावशून्यता आगच्छति। यद्यपि जनः विश्रान्तिम् अनुभवति किन्तु सः एतत् न जानाति यत् तस्य विचारणे, अवगमनस्य क्षमता तथा च मांसपेश्यः बहु प्रभाविताः अभवन्। दक्षिन्यवस्य विपरीतं मेथेनॉल-इत्यस्य किञ्चित् मात्रा-स्वीकारेण मृत्युः भवितुं शक्नोति। यकृत्-मध्ये मेथेनॉल प्रजारणीकृतं भूत्वा मैथेनाल-निर्मितं भवति। मेथेनैल यकृतः कोशिकानां घटकैः सह शीघ्रम् अभिक्रियां करोति। एतेन जीव-द्रव्याणि तेन एव प्रकारेण स्कन्दितानि भवन्ति येन प्रकारेण पक्वे सति अण्डं स्कन्दितं भवति। मेथेनैल चाक्षुष-तन्त्रिकाम् अपि प्रभावयति येन जनः अन्धः भवितुं शक्नोति। दक्षिन्यवः कश्चन महत्त्वपूर्णः औद्योगिकः विलायकः अस्ति। औद्योगिक-उपयोगस्य कृते सिद्ध-दक्षिन्यवस्य दुरुपयोग-वारणाय एतस्मिन् मेथेनॉल-सदृशः विष-पदार्थः मेल्यते येन एतत् पानयोग्यं न स्यात्। मद्यसारस्य परिज्ञानाय एतस्मिन् रञ्जकं मेलयित्वा एतस्य वर्णः नीलः निर्मीयते। एषः विकृत-मद्यसारः कथ्यते।

किं भवन्तः जानन्ति?

एतत् अपि जानन्तु

ईन्धनरूपेण मद्यसारः

इक्षुः सूर्यप्रकाशस्य रासायनिक-ऊर्जायां परिवर्तने सर्वाधिकः सक्षमः भवति। इक्षुरसः इक्षुसारस्य निर्माणाय उपयुज्यते। यस्य किण्वनं कृत्वा मद्यसारः (दक्षिन्यवः) निर्मीयते। केषुचित् देशेषु मद्यसारे अग्नितैलं मेलयित्वा तत् स्वच्छ-ईन्धनरूपेण उपयुज्यते। एतत् ईन्धनं यदा प्राणवायुः पर्याप्तः भवति तदा केवलम् अङ्गाराम्लवायुं तथा च जलम् उत्पादयति।

4.4.2 शौक्त-अम्लस्य गुणधर्माः

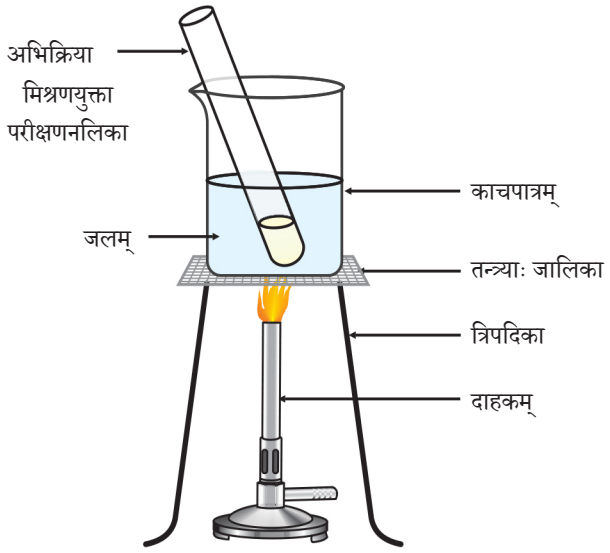
शौक्त-अम्लः सामान्यतः शुक्त-अम्लः कथ्यते तथा च एषः कार्बोक्सिलिक-अम्लस्य समूहेन सम्बद्धः अस्ति। शुक्त-अम्लस्य 3-4% विलयनं शुक्तं कथ्यते तथा च एतत् अवलेहे परिरक्षक-रूपेण उपयुज्यते। शुद्ध-शौक्त-अम्लस्य गलनाङ्कः 290 K भवति अतः शीतल-जलवायौ शैत्यदिनेषु एतत् सघनीभवति। एतेन कारणेन हिमानी शुक्त-अम्लः कथ्यते। कार्बोक्सिलिक-अम्लः कथ्यमानानां जैविक-यौगिकानां समूहस्य अभिलक्षणम् एतस्य विशिष्ट-अम्लीयता भवति। यद्यपि खनिज-अम्लानां विपरीतं कार्बोक्सिलिक-अम्लाः दुर्बलाः भवन्ति। खनिज-अम्लाः हाइड्रोक्लोरिक-अम्लवत् पूर्णतया आयनीकृताः भवन्ति।

क्रियाकलापः 4.7

- शेवलपत्राणि तथा च सार्वत्रिक-सूचकस्य उपयोगं कृत्वा सूक्ष्म-शुक्त-अम्लस्य तथा च हाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य PH मानस्य तुलनां कुर्वन्तु।
- किं शेवलपरीक्षणे अम्ल-द्वयम् अपि सूचितं भवति?
- सार्वत्रिक-सूचकेन किं द्वयोः अम्लयोः प्रबलता ज्ञायते?

क्रियाकलापः 4.8

- एकस्यां परीक्षण-नलिकायां सान्द्र-गन्धकीय-अम्लस्य कांश्चन बिन्दून् एकैकं ml दक्षिन्यवं (परिशुद्धं मद्यसारं) तथा च हिमानी-शुक्त-अम्लं स्वीकुर्वन्तु।
- न्यूनातिन्यूनं पञ्चनिमेषं यावत् जलोष्मके तम् उष्णीकुर्वन्तु यथा 4.1 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- अधुना एतत् तस्मिन् काचपात्रे स्थापपयन्तु यस्मिन् 20-50 ml जलं स्यात् तथा च तत् मिश्रणं जिघ्रन्तु।



चित्रम् 4.11 एस्टर निर्माणम्

शौक्त-अम्लस्य अभिक्रियाः

(i) ***एस्टरीकरण-अभिक्रिया :*** एस्टर मुख्यरूपेण अम्लस्य तथा च मद्यसारस्य अभिक्रियया निर्मितं भवति। शौक्त-अम्लः केषाञ्चित् अम्ल-उत्प्रेरकाणाम् उपस्थितौ परिशुद्ध-दक्षिन्यवेन अभिक्रियां कृत्वा एस्टर निर्माति -

$$CH_3\,COOH + CH_3\,CH_2OH \xrightarrow{\text{(अम्लः)}} CH_3\,\underset{\underset{O}{\|}}{C}\,O\,CH_2\,CH_3$$

(शौक्त-अम्लः) (दक्षिन्यवः) (एस्टर)

एस्टरस्य गन्धः मृदुः भवति। एतस्य उपयोगः सुगन्धितद्रव्य-निर्माणस्य स्वाद-उत्पादनस्य कारकरूपेण क्रियते। क्षारातु-उदजारेयेण अभिक्रियया, यः कश्चित् क्षारः अस्ति, एस्टर पुनः मद्यसारस्य तथा च कार्बोक्सिलिक-अम्लस्य क्षारातु-लवणं निर्माति। एषा अभिक्रिया फेनकीकरणं कथ्यते यतोहि एतेन फेनकं निर्मीयते।

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow{NaOH} C_2H_5OH + CH_3COONa$$

(ii) क्षारकेण सह अभिक्रिया – खनिज-अम्लवत् शौक्त-अम्लः क्षारातु-उदजारेय-सदृश-क्षारकेण अभिक्रियां कृत्वा लवणं (क्षारातु-एथेनोएट अथवा क्षारातु-शुक्त-म्लम्) तथा च जलं निर्माति।

$$NaOH + CH3COOH \rightarrow CH3COONa + H2O$$

शौक्त-अम्लः प्राङ्गारीयेण सह तथा च उदजन-प्राङ्गारीयेण सह कथम् अभिक्रियां करोति?

क्रियाकलापः 4.9

- अध्यायस्य 2.5 क्रियाकलापस्य अनुसारम् उपकरणं सज्जीकुर्वन्तु।
- एकस्यां परीक्षण-नलिकायाम् एकम् अभ्रिं पूरयित्वा क्षारातु-प्राङ्गारीयं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्मिन् 2 ml सूक्ष्मं शौक्त-अम्लं मेलयन्तु।
- भवन्तः किं प्रेक्षणं कुर्वन्ति?
- प्रत्यग्र-छौरेयजले एतं वातं प्रवाहयन्तु। भवन्तः किं पश्यन्ति?
- किम् एतेन परीक्षणेन शौक्त-अम्लस्य तथा च क्षारातु-प्राङ्गारीयस्य अभिक्रियया उत्पन्नः वातः परिज्ञातुं शक्यते?
- अधुना क्षारातु-प्राङ्गारीयस्य स्थाने क्षारातु-उदजन-प्राङ्गारीयेण सह एतं क्रियाकलापम् आवर्तयन्तु।

(iii) प्राङ्गारीयेण तथा च उदजन-प्राङ्गारीयेण सह अभिक्रिया — शौक्त-अम्लः प्राङ्गीरीयेण सह तथा च उदजन-प्राङ्गारीयेण सह अभिक्रियां कृत्वा लवणम्, अङ्गाराम्लवायुं तथा च जलं निर्माति। एतस्याम् अभिक्रियायाम् उत्पन्नं लवणं क्षारातु-शुक्तीयं कथ्यते।

$$2CH3COOH + Na2CO3 \rightarrow 2CH3COONa + H2O + CO2$$

$$CH3COOH + NaHCO3 \rightarrow CH3COONa + H2O + CO2$$

प्रश्नाः

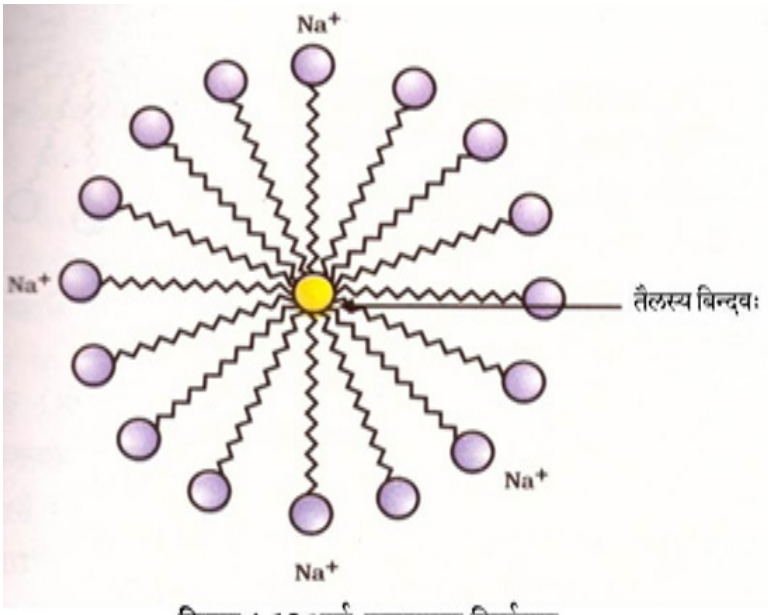
1 प्रयोग-द्वारा भवन्तः मद्यसारे तथा च कार्बोक्सिलिक-अम्ले कथं भेदं कर्तुं शक्नुवन्ति?

2 प्रजारकाः के सन्ति?

4.5 फेनकं तथा च अपमार्जकः

क्रियाकलापः 4.10

- द्वयोः परीक्षण-नलिकयोः 10-10 ml जलं स्वीकुर्वन्तु।
- द्वयोः एकैकं बिन्दुं तैलं (पाकतैलं) स्थापयन्तु तथा च तेभ्यः A तथा B नाम ददतु।
- B परीक्षण-नलिकायां फेनक-मिश्रणस्य कांश्चित् बिन्दून् पातयन्तु।
- द्वे परीक्षण-नलिके समान-समयं यावत् वेगेन कम्पयन्तु।
- किं कम्पनस्य अवरोधात् परं द्वयोः परीक्षण-नलिकयोः भवन्तः तैलस्य तथा च जलस्य स्तरान् पृथक्-पृथक् द्रष्टुं शक्नुवन्ति ?
- किञ्चित् कालं यावत् परीक्षण-नलिका-द्वयं स्थिरं स्थापयन्तु तथा च पुनः तस्य उपरि अवधानं कुर्वन्तु। किं तैलस्य स्तरः पृथक् भवति? एवं कस्यां परीक्षण-नलिकायां पूर्वं भवति



चित्रम् 4.12 आर्द्र-मृत्कणस्य निर्माणम्

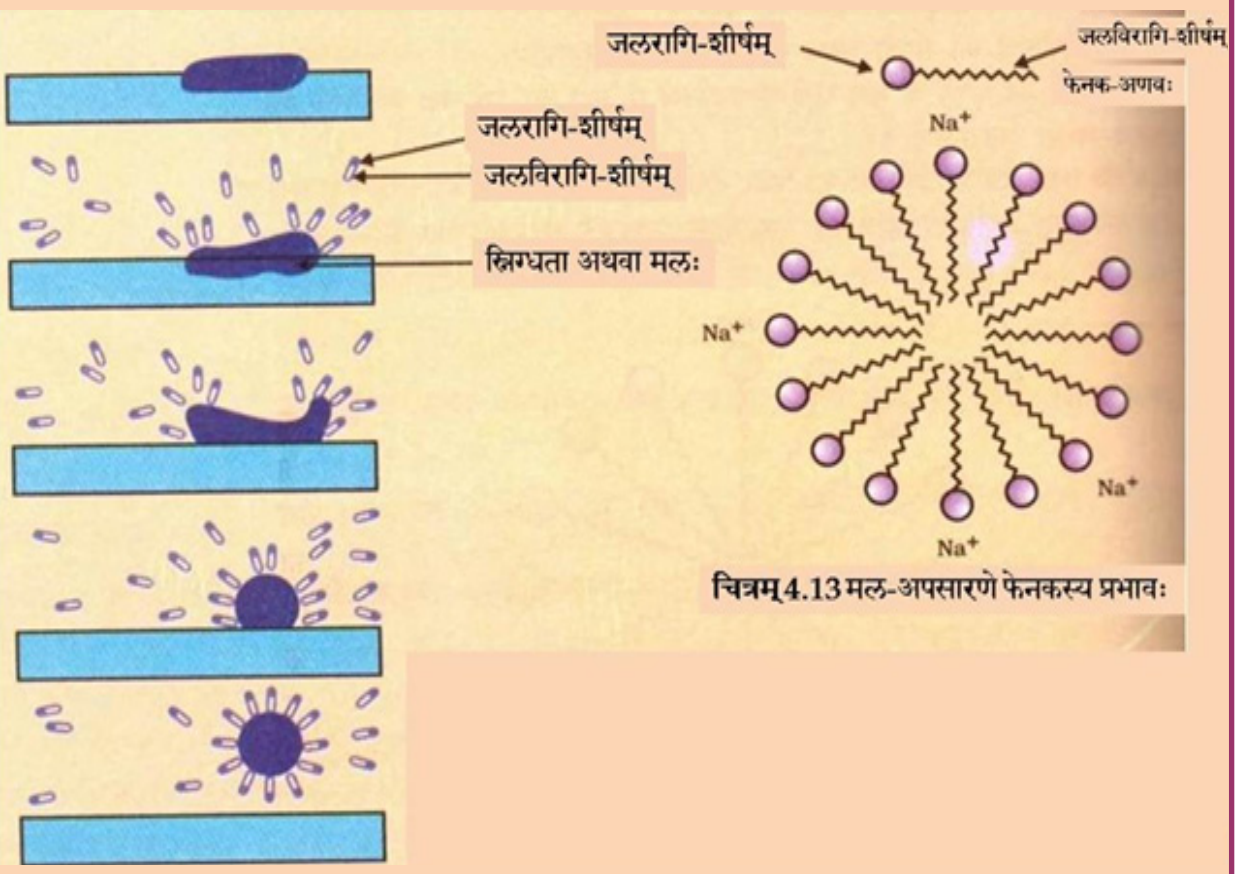
एतस्मात् क्रियाकलापात् स्वच्छतायां फेनकस्य प्रभावः परिज्ञायते। अधिकांशाः मलाः तैलीयाः भवन्ति भवन्तः जानन्ति यत् तैलं जले अमिश्रणशीलम् अस्ति। फेनकस्य अणवः दीर्घतम-शृङ्खलायाः कार्बोक्सिलिक-अम्लानां क्षारातु तथा च दहातु-लवणानि भवन्ति। फेनकस्य आयनिक-भागः जले विलीयते यद्यपि कौकिलीय-शृङ्खला तैले विलीयते। एवं प्रकारेण फेनकस्य अणवः आर्द्र-मृत्कणस्य संरचनां सज्जीकुर्वन्ति (चित्रम् 4.12) यत्र अणोः एकं शीर्षं तैलकणं प्रति तथा च आयनिक-शीर्षं बहिर्मुखं भवति। एतेन जले पयस्यं निर्मितं भवति। एवं प्रकारेण फेनकस्य आर्द्र-मृत्कणानां जले विष्यन्दने सहायतां करोति तथा च अस्माकं वस्त्राणि स्वच्छानि भवन्ति (चित्रम् 4.13)।

किं भवन्तः आर्द्र-मृत्कणस्य संरचनां निर्मातुं शक्नुवन्ति या फेनकस्य उदप्राङ्गारे विष्यन्दनेन भवति?

एतत् अपि जानन्तु

आर्द्र-मृत्कणाः

फेनकस्य अणवः एवं भवन्ति येषां द्वयोः शीर्षयोः विभिन्नाः गुणधर्माः भवन्ति। जले विलेयम् एकं शीर्षं जलरागि कथ्यते तथा च उदप्राङ्गारे विलेयम् अपरं शीर्षं जलविरागि कथ्यते। यदा फेनकं जलस्य तले भवति तदा एतस्य अणवः आत्मानम् एवं प्रकारेण व्यवस्थितं कुर्वन्ति यत् एतस्य आयनिक-शीर्षं जलस्य अन्तः



चित्रम् 4.13 मल-अपसारणे फेनकस्य प्रभावः

भवति यद्यपि उदप्राङ्गार-पुच्छं (द्वितीयं शीर्षं) जलात् बहिः भवति। जलस्य अन्तः एतेषाम् अणूनाम् काचित् विशेष-व्यवस्था भवति येन एतस्य उदप्राङ्गार-शीर्षं जलात् बहिः निर्मितं भवति। एवम् अणूनां बृहत् गुच्छस्य निर्माण-कारणेन भवति जलविरागि पुच्छं गुच्छानाम् आन्तरिकभागे भवति यद्यपि एतस्य आयनिकशीर्षं गुच्छस्य तले भवति। एषा संरचना आर्द्रमृत्कणः कथ्यते। आर्द्र-मृत्कण-रूपेण फेनकं स्वच्छीकरणे सक्षमं भवति यतोहि तैलीय-मलाः आर्द्र-मृत्कणस्य केन्द्रे एकत्र भवन्ति। आर्द्र-मृत्कणाः विलयने कलिलीय-रूपेण भवन्ति तथा च आयन-आयन-विकर्षणस्य कारणेन अवक्षिप्ताः न भवन्ति। एवं प्रकारेण आर्द्र-मृत्कणेषु तरन् मलः सरलतया अपसारयितुं शक्यते। फेनकस्य आर्द्र-मृत्कण-प्रकाशः प्रकीर्णः कर्तुं शक्यते। एतदेव कारणम् अस्ति यत् फेनकस्य मिश्रणं मेघवत् दृश्यते।

क्रियाकलापः 4.11

- पृथक्-पृथक् परीक्षण-नलिकासु 10-10 ml आसुत-जलं (अथवा वर्षाजलम्) तथा च कठोरजलं (नलकूपस्य अथवा कूपस्य जलम्) स्वीकुर्वन्तु।
- द्वयोः फेनक-मिश्रणस्य कांश्चन बिन्दून् मेलयन्तु।
- परीक्षण-नलिका-द्वयं समान-समयं यावत् कम्पयन्तु तथा च तेन जायमाने फेने अवधानं कुर्वन्तु।
- कस्यां परीक्षण-नलिकायाम् अधिकः फेनः भवति?

- कस्यां परीक्षण-नलिकायां श्वेत-दधिवत् अवक्षेपः प्राप्यते?
- शिक्षकाय निर्देशः; यदि भवतः परिसरे कठोरजलं न उपलभ्यते तर्हि साधारणजले उदजन-प्राङ्गारीयस्य/शुल्बीयस्य/भ्राजातोः अथवा छौरेयस्य नीरेयं मिश्रयित्वा कठोरजलं सज्जीकुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 4.12

- परीक्षण-नलिका-द्वयं स्वीकुर्वन्तु तथा च प्रत्येकं नलिकायां 10-10 ml कठोरजलं स्थापयन्तु।
- एकस्यां फेनक-मिश्रणस्य पञ्च बिन्दून् तथा च अपरस्याम् अपमार्जक-मिश्रणस्य पञ्च बिन्दून् स्थापयन्तु।
- परीक्षण-नलिका-द्वयम् अपि समान-समयं यावत् कम्पयन्तु।
- किं द्वयोः फेनक-मात्रा समाना अस्ति?
- कस्यां परीक्षण-नलिकायां दधिवत् घनपदार्थः भवति?

किं भवान् कदाचित् स्नान-करण-समये अनुभूतवान् यत् फेनः कठिनतया निर्मीयते तथा च जलेन शरीरस्य प्रक्षालनात् परम् अपि कश्चन अमिश्रणशील-पदार्थः अवस्थितः भवति। एवम् एतदर्थं भवति, यतोहि फेनकं कठोरजले उपस्थितेन छौरेयेण तथा च भ्राजातु-लवणेन सह अभिक्रियां करोति। एतादृश-समये भवद्भिः अधिक-मात्रायां फेनकस्य उपयोगः करणीयः भवति। एकम् अन्य-प्रकारकं यौगिकम् अर्थात् अपमार्जकम् उपयुज्य एषा समस्या दूरीकर्तुं शक्यते। अपमार्जकः दीर्घतम-कार्बोक्सिलिक-अम्ल-शृङ्खलायाः अमृतक्षारीयाणि तथा च शुल्बीय-लवणानि भवन्ति। एतेषां यौगिकानाम् आवेशित-शीर्षं कठोरजले उपस्थितस्य छौरेयस्य तथा च भ्राजातोः आयनैः सह अमिश्रणशील-पदार्थान् न निर्माति। एवं प्रकारेण ते कठोरजले अपि प्रभाविणः भवन्ति। सामान्यतः अपमार्जकानाम् उपयोगः केशमार्जकस्य तथा च वस्त्र-प्रक्षालनस्य उत्पाद-निर्माणे भवति।

प्रश्नाः

1 किं भवन्तः वस्त्रचूर्णस्य उपयोगं कृत्वा वक्तुं शक्नुवन्ति यत् किमपि कठोरम् अस्ति अथवा न ?

2 जनाः विभिन्न-प्रकारेण वस्त्राणि प्रक्षालयन्ति। सामान्यतः फेनकस्य उपयोगानन्तरं जनाः वस्त्रं प्रस्तरे ताडयन्ति, दण्डेन ताडयन्ति, कूर्चेन घर्षन्ति अथवा वस्त्रप्रक्षालनयन्त्रे वस्त्राणि घर्ष्यन्ते। वस्त्रस्वच्छी-करणाय तस्य घर्षणस्य का आवश्यकता भवति?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- कौकिलीयं किञ्चन सर्वतोमुखि-तत्त्वम् अस्ति यत् सर्वेषां जीवानां तथा च अस्माकम् उपयोगे उपयुज्यमान-वस्तूनाम् आधारः अस्ति।
- कौकिलीस्य चतुःसंयोजकता तथा च शृङ्खलन-प्रकृतेः कारणेन एतत् बहून् यौगिकान् निर्माति।
- स्व-स्व बाह्यकोशान् पूर्णरूपेण पूरयितुं द्वयोः परमाण्वोः मध्ये विद्युदणूनां सहभागितया सहसंयोजक-आबन्धः भवति।
- कौकिलीयं स्वकीयेन अथवा अन्य-तत्त्वैः - यथा उदजनेन, प्राणवायुना, गन्धकेन, भूयातिना तथा च नीरज्या सह सहसंयोजक-आबन्धं निर्माति।

- कौकिलीयम् एतादृशान् यौगिकान् अपि निर्माति येषु कौकिलीय-परमाणूनां मध्ये द्वि-आबन्धाः अथवा त्रि-आबन्धाः भवन्ति। कौकिलीयस्य एषा शृङ्खला, ऋजु , शाखायुक्ता अथवा वलीया कस्मिंश्चित् अपि रूपे भवितुं शक्नोति।
- कौकिलीय-शृङ्खलायाः निर्माण-कारणेन यौगिकानां काचित् समजातीय-श्रेणी उत्पन्ना भवति यस्यां विभिन्न-दीर्घतया कौकिलीय-शृङ्खलया समानं प्रकार्यात्मक-समूहः संयुक्तः भवति।
- मद्यसारः, सुव्युदः , कीटोन तथा च कार्बोक्सिलिक-अम्लादि समूहाः कौकिलीय-यौगिकानाम् अभिलाक्षणिक-गुणान् प्रददाति।
- कौकिलीयं तथा च तस्य यौगिकाः अस्माकम् ईन्धनस्य प्रमुख-स्रोतांसि सन्ति।
- कौकिलीय-यौगिकः दक्षिन्यवः तथा च शौक्त-अम्लस्य अस्माकं दैनिकजीवने बहु महत्त्वम् अस्ति।
- फेनकस्य तथा च अपमार्जकस्य प्रक्रिया अणुषु जलरागिणी तथा च जलविरागिणी द्वयोः समूहयोः उपस्थितिषु आधारिता अस्ति। एतस्य साहाय्येन तैलीय-मलस्य पायसः निर्मितः भवति तथा च बहिः निस्सरति।

अभ्यासः

1 एथेन-वातस्य आण्विक-सूत्रम् C_2H_6 अस्ति। एतस्मिन्
(a) 6 सहसंयोजक-आबन्धाः सन्ति
(b) 7 सहसंयोजक-आबन्धाः सन्ति
(c) 8 सहसंयोजक-आबन्धाः सन्ति
(d) 9 सहसंयोजक-आबन्धाः सन्ति

2 ब्यूटेनॉन चतुष्कौकिलीय-यौगिकः अस्ति यस्य प्रकार्यात्मक-समूहः
(a) कार्बोक्सिलिक-अम्लः (b) सुव्युदः
(c) कीटोन (d) मद्यसारः

3 भोजन-निर्माण-समये यदि पात्राणां तलः बहिर्भागात् कृष्णवर्णीयः भवति तर्हि एतस्य तात्पर्यम् अस्ति यत्
(a) भोजनं पूर्णतया पक्वं नास्ति।
(b) ईन्धनं पूर्णतया न ज्वलति।
(c) ईन्धनम् आर्द्रम् अस्ति।
(d) ईन्धनं पूर्णतया ज्वलति।

4 CH_3C1 इत्यस्मिन् आबन्ध-निर्माणस्य उपयोगं कृत्वा सहसंयोजक-आबन्धस्य प्रकृतिम् अवबोधयन्तु।

5 विद्युदणुःबिन्दोः संरचनां निर्मातु
(a) शौक्त-अम्लः
(b) H_2S
(c) प्रोपेनोन-वातः
(d) F_2

6 समजातीय-श्रेणी का अस्ति उदाहरणेन सह अवबोधयन्तु।

7 भौतिकानां तथा च रासायनिक-गुणधर्माणाम् आधारेण दक्षिन्यवे तथा च शौक्त-अम्ले भवन्तः कथं भेदं करिष्यन्ति?

8 यदा फेनकं जले पात्यते तदा आर्द्र-मृत्कणानां किमर्थं निर्माणं भवति? किं दक्षिन्यव-सदृशेषु अपर-विलायकेषु अपि मृत्कणानां निर्माणं भविष्यति।

9 कौकिलीयस्य तथा च तस्य यौगिकानाम् उपयोगः प्रायशः अनुप्रयोगेषु ईन्धन-रूपेण किमर्थं क्रियते

10 कठोरजलस्य फेनकेन उपचारणेन फेनस्य निर्माणम् अवबोधयन्तु।

11 यदि भवन्तः शेवलपत्रेण (रक्तेन तथा च नीलेन) फेनकस्य परीक्षणं कुर्युः तर्हि भवतां प्रेक्षणं किं भविष्यति?

12 उदजनीकरणं किम् अस्ति? एतस्य औद्योगिकः अनुप्रयोगः कः अस्ति ?

13 दत्तेषु उदप्राङ्गारेषु C_2H_6,C_3H_8,C_3H_6,C_2H_2 तथा च CH_4 इत्यत्र कस्मिन् सङ्कलन-अभिक्रिया भवति?

14 नवनीतं तथा च भोजन-पाक-तैलस्य मध्ये रासायनिकं भेदम् अवबोधयितुम् एकं परीक्षणं वदन्तु।

15 फेनकस्य स्वच्छता-प्रक्रियायाः क्रियाविधिम् अवबोधयन्तु।

सामूहिकक्रियाकलापः

- आणविक-प्रतिदर्श-समूहस्य उपयोगं कृत्वा एतस्मिन् अध्याये अधीतानां यौगिकानां प्रतिदर्शं निर्मान्तु।
- एकस्मिन् काचपात्रे 20 ml एरण्डतैलं/कार्पासबीजस्य तैलम्, अलसस्य तैलं सोयाबीन-तैलं स्वीकुर्वन्तु। एतस्मिन् 20 प्रतिशतं क्षारातु-उदजारेयस्य 30 ml विलयनं स्थापयन्तु। मिश्रणं घनीभवितुं कांश्चन निमेषान् यावत् निरन्तरं कम्पयन्तः एतत् उष्णीकुर्वन्तु। एतस्मिन् 5-10 g साधारण-लवणं मेलयन्तु। मिश्रणं सम्यक्तया मेलयित्वा तत् शीतलीकुर्वन्तु।
- भवन्तः फेनकम् आकर्षक-आकारे कर्तयितुं शक्नुवन्ति। एतस्य घनीभवनात् पूर्वम् एतस्मिन् भवन्तः परिमलम् अपि मेलयितुं शक्नुवन्ति।

पञ्चमः अध्यायः

तत्त्वानाम् आवर्त-वर्गीकरणम्

नवम-कक्ष्यायाम् अस्माभिः शिक्षितं यत् अस्मान् परितः पदार्थाः तत्त्वरूपेण, मिश्रणरूपेण तथा च यौगिकरूपेण उपस्थिताः भवन्ति। अस्माभिः एतत् अपि शिक्षितं यत् तत्त्वानि एकप्रकारकैः एव परमाणुभिः निर्मितानि भवन्ति। किं भवन्तः जानन्ति यत् अद्य पर्यन्तं कति तत्त्वानि ज्ञातवन्तः? अद्य पर्यन्तम् अस्माभिः 114 तत्त्वानि ज्ञातानि। 1800 वर्षाणि यावत् केवलं 30 तत्त्वानां विषये एव ज्ञातम् आसीत्। एतेषां सर्वेषां तत्त्वानां प्रायः भिन्न-भिन्न-विशेषताः आसन्।

यथा-यथा विभिन्न-तत्त्वानाम् अन्वेषणं भवति स्म तथा-तथा वैज्ञानिकाः एतेषां तत्त्वानां गुणधर्मविषये अधिकाधिकं समाचारस्य एकत्र करणम् आरब्धवन्तः। तेषां कृते एतेषां सन्देशानां तथा च तत्त्वानां व्यवस्थापनं बहु कठिनम् अभवत्। ते एतेषु गुणधर्मेषु एतादृशस्य प्रतिरूपस्य अन्वेषणम् आरब्धवन्तः यस्य आधारेण एतावतां सर्वेषां तत्त्वानाम् अध्ययनं सरलतया कर्तुं शक्येत।

5.1 अव्यवस्थितस्य व्यवस्थापनं तथा च-तत्त्वानां वर्गीकरणस्य प्रारम्भिकः प्रयासः

अस्माभिः पठितं यत् कथं विभिन्न-वस्तूनि तथा च प्राणिनः तेषां गुणधर्माणाम् आधारेण वर्गीकर्तुं शक्यन्ते। अन्यस्थितिषु अपि अस्माभिः गुणधर्माणाम् आधारेण व्यवस्थितस्य उदाहरणानि उपलभ्यन्ते। यथा विपणिषु फेनकानि एकसार्धम् एकस्मिन् स्थाने स्थाप्यन्ते, यद्यपि सुपिष्टकानि एकसार्धम् अपरस्मिन् स्थाने स्थाप्यन्ते। एवमपि कुर्वन्ति यत् फेनकेषु स्नानफेनकानि वस्त्रफेनकात् पृथक् स्थाप्यन्ते। एतेन एव प्रकारेण वैज्ञानिकाः अपि तत्त्वानि तेषां गुणधर्माणाम् आधारेण वर्गीकर्तुं बहून् प्रयासान् कृतवन्तः येन अव्यवस्थितं व्यवस्थितं कर्तुं शक्येत।

सर्वस्मात् पूर्वं, ज्ञात-तत्त्वानि धातौ तथा च अधातौ वर्गीकृतानि। यथा-यथा तत्त्वानि तथा च तेषां गुणधर्माणां विषये अस्माकं ज्ञानं प्रवृद्धं तथा-तथा तानि वर्गीकर्तुं प्रयासाः कृताः।

5.1.1 डॉबेराइनरस्य त्रिकम्

1817 तमे वर्षे जर्मन-रसायनज्ञः, वुल्फगाङ्ग-डॉबेराइनरः समानगुण-धर्मयुक्तानि तत्त्वानि समूहेषु व्यवस्थापयितुं प्रयासं कृतवान्। सः त्रीन् त्रीन् तत्त्वमयान् कांश्चन समूहान् चितवान् तथा च तान् समूहान् त्रिकम् इति निर्दिष्टवान्। डॉबेराइनरः अकथयत् यत् त्रिकस्य त्रीणि तत्त्वानि तेषां परमाणूनां द्रव्यमानाम् आरोहिक्रमे स्थापिते सति मध्यस्थानां तत्त्वानां परमाणु-द्रव्यमानम्, अन्यद्वयोः तत्त्वयोः परमाणु-द्रव्यस्य प्रायः माध्यं भवति।

उदाहरणार्थम् , लघ्वातु-युक्ते (Li), विक्षार-युक्ते (Na), तथा च दहातु-युक्ते (k) त्रिके अवधानं कुर्वन्तु , येषां परमाणु-द्रव्यमानानि क्रमशः 6.9, 23.0, तथा च 39.0 सन्ति। लघ्वातोः तथा च दहातोः परमाणु-द्रव्यमानानां माध्यं किम् अस्ति? क्षारातोः परमाणु-द्रव्यमानेन एतस्य तुलना कथं कर्तुं शक्यते?

निम्नायां 5.1 सारण्यां त्रयाणां तत्त्वानां केचन समूहाः दत्ताः। एतानि तत्त्वानि परमाणु-द्रव्यस्य आरोहिक्रमे उपरिष्टात् अधः प्रति व्यवस्थितानि कृतानि। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् एतेभ्यः कः समूहः डॉबेरानइर-त्रिकं निर्माति।

चित्रम् 5.1

कल्पनां कुर्वन्तु यत् भवन्तः तथा च भवतां मित्राणि खण्डेषु विभक्तं किञ्चन मानचित्रं प्राप्नुवन्ति यत् कस्यचित् निधेः मार्गं सूचयति। किं तस्य निधिपर्यन्तस्य मार्गस्य अन्वेषणं सरलं भविष्यति अथवा अव्यवस्थितम्? रसायन-विज्ञाने अपि एतादृशी एव अव्यवस्था आसीत् , तत्त्वानि तु ज्ञातानि आसन् परं तेषां वर्गीकरणस्य तथा च अध्ययनस्य कोऽपि विधिः ज्ञातः नासीत्।

सारणी 5.1

समूहस्य-A तत्त्वानि	परमाणु द्रव्यमानम्	समूहस्य-B तत्त्वानि	परमाणु द्रव्यमानम्	समूहस्य-C तत्त्वानि	परमाणु द्रव्यमानम्
N	14.0	Ca	40.1	Cl	35.5
P	31.0	Sr	87.6	Br	79.9
As	74.9	Ba	137.3	I	126.9

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् B समूहः तथा च C समूहः डॉबेराइनर-त्रिकं निर्माति। डॉबेराइनरः तावत्पर्यन्तं ज्ञाततत्त्वेषु त्रीणि त्रिकाणि एव ज्ञातुं शक्तवान् आसीत् (सारणी 5.2)। अतः त्रिकेषु वर्गीकरणस्य एषा पद्धतिः सफला न अभवत्।

जे डब्ल्यू डॉबेराइनर (1780-1849)

जोहान्न-वुल्फगाङ्ग-डॉबेराइरः जर्मन्याः म्यून्शबर्गे ओषधि-विज्ञानम् अधीतवान् तथा च तदनन्तरं स्ट्रैसबर्गे रसायन-शास्त्रम् अधीतवान्। पुनः सः जेना विश्वविद्यालये रसायनस्य तथा च ओषधि-विज्ञानस्य प्राध्यापकः अभवत्। सः एव सर्वस्मात् प्राक् महातुम् उत्प्रेरक-रूपेण ज्ञातवान् तथा च समान-त्रिकम् अन्विष्टवान् येन तत्त्वानाम् आवर्त-सारण्याः विकासः अभवत्।

सारणी 5.2

डॉबेराइनर त्रिकम्

Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

5.1.2 न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-सिद्धान्तः

डॉबेराइनरस्य प्रयासाः अन्यान् रसायनज्ञान् तत्त्वानां गुणधर्माणां तेषां परमाणु-द्रव्यमानेन सह सम्बन्धं स्थापयितुं प्रोत्साहितान् कृतवन्तः। 1866 तमे वर्षे आङ्ग्लीयः वैज्ञानिकः जॉन न्यूलैण्ड्सः ज्ञात-तत्त्वानि परमाणु-द्रव्यमानस्य आरोहिक्रमे व्यवस्थापितवान्। सः सर्वस्मात् न्यूनानि परमाणु-द्रव्यमान-तत्त्वानि उदजनतः आरब्धवान् तथा च 56 तमे थोरियम-तत्त्वे एतत् समापितवान्। तेन प्राप्तं यत् प्रत्येकम् अष्टम-तत्त्वस्य गुणधर्मः पूर्वतत्त्वस्य गुणधर्मवत् अस्ति। सः एतस्य तुलनां सङ्गीतस्य अष्टकेन सह कृतवान् अतः सः एतम् अष्टक-सिद्धान्तं कथितवान्। एतत् न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-सिद्धान्त-नाम्ना ज्ञायते। न्यूलैण्ड्सस्य अष्टके लघ्वातोः तथा च क्षारातोः गुणधर्माः समानाः आसन्। विक्षारः, लघ्वातोः अनन्तरम् अष्टमं तत्त्वम् अस्ति। एतेन एव प्रकारेण विडूरे तथा च भ्राजातौ अधिक-समानता अस्ति। न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-मूलरूपस्य एकः भागः 5.3 सारण्यां दत्तम्।

सारणी 5.3 न्यूलैण्ड्सस्य अष्टकम्

सङ्गीतस्य स्वराः

सा (डो)	रे (रे)	ग (मि)	मा (फा)	प (सो)	ध (ल)	नि (टि)
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co तथा च Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce तथा च Ia	Zr	-	-

किं भवन्तः जानन्ति

किं भवन्तः सङ्गीतस्वरैः परिचिताः सन्ति?

भारतीय-सङ्गीत-प्रणाल्यां सङ्गीतस्य सप्त स्वराः भवन्ति- सा रे ग म प ध नि। पाश्चात्य-सङ्गीते, जनाः एतेषां स्वराणाम् एवं प्रकारेण उपयोगं कुर्वन्ति - डो रे मि फा सो ल टि। सुरस्य मापिका, पूर्णस्वरः तथा च अर्धस्वरः आवृत्ति-अन्तरालेन पृथक्-कृताः भवन्ति। एतान् स्वरान् उपयुज्य कश्चन सङ्गीतज्ञः सङ्गीतं रचयति। स्पष्टम् अस्ति यत् केचन स्वराः वारं-वारम् आवर्त्यन्ते। प्रत्येकम् अष्टक-स्वरः पूर्व-स्वरवत् भवति तथा च अग्रिम-पङ्क्त्याः प्रथमस्वरः भवति।

- एवं दृष्टं यत् अष्टकस्य सिद्धान्तः केवलं छौरय-पर्यन्तम् एव उपयुज्यते स्म, यतोहि छौरेयस्य अनन्तरं प्रत्येकम् अष्टम-तत्त्वस्य गुणधर्माः पूर्वतत्त्वेन न मिलन्ति।
- न्यूलैण्ड्सः कल्पनां कृतवान् यत् प्रकृतौ केवलं 56 तत्त्वानि विद्यन्ते तथा च भविष्ये किमपि अन्यत् तत्त्वं न प्राप्स्यते। किन्तु , अनन्तरं बहूनि नूतन-तत्त्वानि प्राप्तानि येषां गुणधर्माः, अष्टक-सिद्धान्तेन न मिलन्ति स्म।
- स्वसारण्याम् एतेषां तत्त्वानां समञ्जनाय न्यूलैण्डसः तत्त्व-द्वयम् एकत्र स्थापितवान् कानिचन असमान-तत्त्वानि एकस्मिन् स्थाने स्थापितवान्। किं भवन्तः 5.3 सारण्याम् एतादृशानि उदाहरणानि अन्वेष्टुं शक्नुवन्ति? ध्यानं ददतु यत् केत्वातुः तथा च रूपकः एकसार्धं स्तः तथा च एतौ एकसार्धं तस्मिन् एव स्तम्भे स्थापितौ यस्मिन् स्तम्भे तरस्विनी, नीरजी तथा च दुराघ्री अस्ति यद्यपि एतेषां गुणधर्माः द्वाभ्यां तत्त्वाभ्यां भिन्नाः सन्ति। लौहः केत्वातुतः तथा च रूपकतः दूरं स्थाप्यते यद्यपि तेषां गुणधर्मेषु समानता भवति।
- एवं प्रकारेण, न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-सिद्धान्तः केवलं भार-रहित-तत्त्वानां कृते एव सम्यक्तया उपयुक्तः अभवत्।

प्रश्नाः

1 किं डाबेराइनरस्य त्रिकाणि , न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-स्तम्भे अपि प्राप्यन्ते? तुलनां कृत्वा परिजानन्तु।

2 डॉबेराइनरस्य वर्गीकरणस्य काः सीमाः सन्ति?

3 न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-सिद्धान्तस्य काः सीमाः सन्ति?

5.2 अव्यवस्थितेन व्यवस्थापनं तथा च मेण्डेलीफस्य आवर्तसारणी

न्यूलैण्ड्सस्य अष्टक-सिद्धान्तस्य अस्वीकरणात् परम् अपि बहवः वैज्ञानिकाः एतादृशानां प्रतिरूपाणाम् अन्वेषणम् अनुवर्तितवन्तः येन तत्त्वानां गुणधर्माणां, तेषां परमाणु-द्रव्यमानैः सह सम्बन्धः स्थापयितुं शक्येत।

तत्त्वानां वर्गीकरणस्य मुख्यश्रेयः रूसी रसायनज्ञः डामित्री-इवानोविच-मेण्डेलीफं प्रति गच्छति। तत्त्वानाम् आवर्त-सारण्याः प्रारम्भिक-विकासे तेषां प्रमुखं योगदानम् आसीत्। सः स्वसारण्यां तत्त्वानि तेषां मूलगुणधर्मान् , परमाणु-द्रव्यमानेषु तथा च रासायनिक-गुणधर्मेषु समानतायाः आधारेण व्यवस्थितान् कृतवान्।

डामित्री-इवानोविच-मेण्डेलीफः (1834-1907)

मेण्डेलीफस्य जन्म 8.2.1834 तमे वर्षे रूसदेशस्य पश्चिमी-साइबेरियायाः टोबोलस्क-स्थाने जातम् आसीत्। स्वप्रारम्भिक-शिक्षायाः अनन्तरं मेण्डेलीफः स्वमातुः प्रयासानां कारणेन एव विश्वविद्यालये प्रवेशं प्राप्तवान्। सः स्व-अन्वेषणं मात्रे समर्पयन् अलिखत्, सा मम कृते उदाहरणं दत्त्वा अवबोधितवान्, प्रेम्णा अवबोधितवान्, स्वशेषसंसाधनानि तथा च शक्तिं व्ययीकृत्य मया सह विभिन्न-स्थानानि गतवती। सा जानाति स्म यत् विज्ञानस्य साहाय्येन, हिंसां विना, किन्तु प्रेम्णा तथा च दृढतया अन्धविश्वासः, असत्य-धारणाः तथा च त्रुटयः दूरीकर्तुं शक्यन्ते। तेन प्रस्तावितानां तत्त्वानां व्यवस्थां मेण्डेलीफस्य आवर्तसारणी कथ्यते। आवर्त-सारणी-रसायने एकः एव सिद्धान्तः सिद्धः। एतेन नूतन-तत्त्वानाम् अन्वेषणाय प्रेरणा प्राप्ता।

यदा मेण्डेलीफः स्वकार्यम् आरब्धवान् तावत् पर्यन्तं 63 तत्त्वानि ज्ञातानि आसन्। सः तत्त्वानां परमाणु-द्रव्यमानानां तथा च तेषां भौतिकानां तथा च रासायनिक-गुणधर्माणां मध्ये विद्यमान-सम्बन्धान् अधीतवान्। रासायनिक-गुणधर्माणाम् अन्तर्गतेन मेण्डेलीफः तत्त्वानां प्राणवायुना तथा च उदजनेन सह जायमानेषु यौगिकेषु स्वध्यानं केन्द्रीकृतवान्। सः प्राणवायुं तथा च उदजनम् एतदर्थं चितवान् यतोहि एते अत्यन्तं सक्रियाः सन्ति तथा च अधिकांश-तत्त्वैः सह यौगिकं निर्मान्ति। तत्त्वेन निर्मीयमाणस्य हाइड्राइड तथा च जारेयस्य सूत्रं तत्त्वानां वर्गीकरणाय मूलभूत-गुणधर्माः स्वीकृताः। पुनः सः 63 पत्राणि स्वीकृतवान् तथा च प्रत्येकं पत्रे पृथक्-पृथक् तत्त्वानां गुणधर्मान् लिखितवान्। सः समान-गुणधर्म-युक्तानि तत्त्वानि पृथक् कृतवान् तथा च एतानि पत्राणि सूच्या योजयित्वा भित्तिषु अवलम्बितवान्। तेन दृष्टं यत् अधिकांश-तत्त्वैः आवर्त-सारण्यां स्थानं प्राप्तम् आसीत् तथा च स्वपरमाणु-द्रव्यमानस्य आरोहिक्रमे एतानि तत्त्वानि व्यवस्थितानि। एतत् अपि दृष्टं यत् समानानि भौतिकानि तथा च रासायनिक-गुणधर्मयुक्तानि विभिन्न-तत्त्वानि निश्चित-अन्तरालात् परं पुनः आगच्छन्ति। एतेन आधारेण मेण्डेलीफः आवर्त-सारणीं निर्मितवान् , यस्य सिद्धान्तः अस्ति-तत्त्वानां गुणधर्माणां तेषां परमाणु-द्रव्यस्य आवर्त-कार्यकलापाः भवन्ति । मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याम् ऊर्ध्वस्तम्भः समूहः तथा च क्षैतिज-पङ्क्तिः आवर्तः कथ्यते (सारणी 5.4)।

सारणी 5.4 मेण्डेलीफस्य आवर्तसारणी

समूह	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ऑक्साइड हाइड्राइड	R_2O RH	RO RH_2	R_2O_3 RH_3	RO_2 RH_4	R_2O_5 RH_3	RO_3 RH_2	R_2O_7 RH	RO_4
आवर्त ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	संक्रमण श्रेणी
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	K 39.102 Cu 63.54	Ca 40.08 Zn 65.37	Sc 44.96 Ga 69.72	Ti 47.90 Ge 72.59	V 50.94 As 74.92	Cr 50.20 Se 78.96	Mn 54.94 Br 79.909	Fe Co Ni 55.85 58.93 58.71
5 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	Rb 85.47 Ag 107.87	Sr 87.62 Cd 112.40	Y 88.91 In 114.82	Zr 91.22 Sn 118.69	Nb 92.91 Sb 121.75	Mo 95.94 Te 127.60	Tc 99 I 126.90	Ru Rh Pd 101.07 102.91 106.4
6 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	Cs 132.90 Au 196.97	Ba 137.34 Hg 200.59	La 138.91 Tl 204.37	Hf 178.49 Pb 207.19	Ta 180.95 Bi 208.98	W 183.85		Os Ir Pt 190.2 192.2 195.09

मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारणी 1872 तमे वर्षे जर्मन-पत्रिकायां प्रकाशिता। स्तम्भस्य शीर्षे जारेयस्य तथा च हाइड्राइडसूत्रे आङ्ग्लस्य अक्षरं 'R' समूहस्य किमपि तत्त्वं दर्शयति। सूत्रलेखन-पद्धत्यां ध्यानं ददतु। उदाहरणार्थम् , कौकिलीयस्य हाइड्राइड CH4 इत्येतं RH4 तथा च तस्य CO2 जारेयं RO2 इति लिखितम् अस्ति ।

5.2.1 मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याः उपलब्धयः

आवर्त-सारण्याः व्यवस्थापन-समये मेण्डेलीफ-सारण्याम् अधिक-द्रव्यमान-तत्त्वानि कदाचित् न्यून-द्रव्यमान-तत्त्वतः पूर्वं स्थापनीयानि अभवन्। क्रमः एतदर्थं परिवर्तितः यतोहि समान-गुणधर्म-युक्तानि तत्त्वानि एकसार्धं स्थापयितुं शक्यन्ते। उदाहरणार्थं केत्वातु-सारण्यां (परमाणु-द्रव्यमानम् 58.9) रूपकात् (परमाणु-द्रव्यमानम् 58.7) पूर्वम् अस्ति। 5.4 सारणीं दृष्ट्वा किं भवन्तः एतादृशीम् एकाम् अन्यां विसङ्गतिम् अन्वेष्टुं शक्नुवन्ति?

एतत् अतिरिच्य, मेण्डेलीफेन स्व-आवर्त-सारण्यां कानिचित् अतिरिक्त-स्थानानि त्यक्तानि। एतेषां रिक्त-स्थानानां दोषरूपेण दर्शनस्य अपेक्षया मेण्डेलीफः दृढतापूर्वकं केषाञ्चन अतिरिक्त-तत्त्वानाम् अस्तित्त्व-विषये अनुमानं कृतवान् यानि तावत् पर्यन्तं ज्ञातानि न आसन्। एतेषां नामकरणं सः तस्मिन् समूहे इतः पूर्वम् आगामि-तत्त्वानां

नामसु एकम् (संस्कृतशब्दम्) उपसर्गं योजयित्वा कृतवान्। यथा अनन्तरं ज्ञायमानानि स्कैण्डियम, द्रवातुः , सिकातुः , इत्यादीनां गुणधर्माः क्रमशः एक-टाङ्कणवत् एकं स्फटयातुं तथा च एकं सैकतीयवत् आसन्। मेण्डेलीफेन अनुमितम् एकम् स्फटयातुं तथा च अनन्तरं ज्ञातः द्रवातोः **गुणधर्मः 5.5** सारण्यां सूचीबद्धः कृतः।

सारणी 5.5 एकं स्फटयातोः तथा च द्रवातोः गुणधर्माः

गुणधर्माः	एकः स्फटयातुः	द्रवातुः
परमाणु-द्रव्यमानम्	68	69.7
जारेयस्य सूत्रम्	E2O3	Ga2O3
नीरेयस्य सूत्रम्	ECl3	GaCl3

एतेन मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याः परिशुद्धतायाः तथा च उपयोगितायाः स्पष्ट-प्रमाणानि प्राप्तानि। एतत् अतिरिच्य मेण्डेलीफ-अनुमानस्य असाधारण-सफलतायाः कारणं रसायनज्ञाः तस्य आवर्त-सारणीं न केवलं स्वीकृतवन्तः अपितु तम् एतस्य सिद्धान्तस्य अवधारणायाः स्रष्टा इति स्वीकृतवन्तः। उत्कृष्ट-वाताः - यथा यानातेः (He) शिथिरातेः (Ne) मन्दातेः (Ar) पूर्वम् अपि बहुषु सन्दर्भेषु उल्लिखिताः। एतेषां वातानां ज्ञानं विलम्बेन अभवत् यतोहि एते निष्क्रियाः सन्ति तथा च वायुमण्डले एतेषां मात्रा बहुन्यूना अस्ति। मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याः काचित् विशेषता एषा अपि आसीत् यत् यदा एतेषां वातानां ज्ञानम् अभवत् तदा पूर्वव्यवस्थायाः त्यागं विना एव एते नूतन-समूहे स्थापयितुं शक्याः अभवन्।

5.2.2 मेण्डेलीफस्य वर्गीकरणस्य सीमाः

उदजनस्य वैद्युतक-विन्यासं क्षारधातुतः उपलभ्यते। क्षार-धातुवत् उदजनम् अपि नीकुल्येन प्राणवायुना तथा च गन्धकेन सह एकसमान-सूत्राणां यौगिकान् निर्माति यथा उदाहरणे दर्शितम् अस्ति —

उदजनस्य यौगिकः	क्षारातोः यौगिकः
HCI	NaCl
H2O	Na2O
H2s	Na2S

अन्यत्र नीकुल्यवत् उदजनस्य अपि द्विपरमाणुकम् अणुरूपेण अपि प्राप्यते धातुभिः तथा च अधातुभिः सह सहसंयोजक-यौगिकं निर्माति।

क्रियाकलापः 5.1

- क्षारधातूनां तथा च नीकुल्य-कुलस्य समानतां ध्यायन्तः उदजनं मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याम् उचिते स्थाने स्थापयन्तु।
- उदजनं कस्मिन् समूहे तथा च आवर्ते स्थापनीयम्?

निश्चितरूपेण आवर्त-सारण्याम् उदजनाय नियमित-स्थानं दातुं न शक्यते। एतत् मेण्डेलीफ-सारण्याः प्रथमा न्यूनता आसीत्। सः स्वसारण्याम् उदजनाय उत्तम-स्थानं दातुं न शक्तवान्।

मेण्डेलीफस्य तत्त्वानाम् आवर्त-वर्गीकरणस्य सज्जीकृतात् बहु-कालात् परं समस्थानिकाः ज्ञाताः। वयं जानीमः यत् कस्यचित् तत्त्वस्य समस्थानिकानां रासायनिक-गुणधर्माः समानाः भवन्ति किन्तु तेषां परमाणु-द्रव्यमानानि भिन्नानि भवन्ति।

क्रियाकलापः 5.2

- नीरज्याः समस्थानिके Cl-35 तथा च Cl-37 इत्यस्मिन् विचारं कुर्वन्तु।
- तेषां परमाणु-द्रव्यमानस्य भिन्न-भिन्न-कारणेन किं भवन्तः तान् पृथक्-पृथक् स्थापयिष्यन्ति?
- अथवा रासायनिक-गुणधर्माणां समानकारणेन भवन्तः एकस्मिन् एव स्थाने स्थापयिष्यन्ति?

एवं प्रकारेण सर्वेषां तत्त्वानां समस्थानिकस्य मेण्डेलीफस्य आवर्त-नियमाय समाह्वानम् आसीत्। अपरा समस्या एषा आसीत् यत् एकेन तत्त्वेन अन्यतत्त्वानि प्रति अग्रे वर्धनेन परमाणु-द्रव्यमानानि नियमित-रूपेण न वर्धन्ते। अतः अनुमानकरणं कठिनम् अभवत् यत् द्वयोः तत्त्वयोः मध्ये कति तत्त्वानि अन्वेष्टुं शक्यन्ते, विशेषतया यदा वयं भारि-तत्त्वेषु विचारयामः तदा कठिनता आगच्छति।

प्रश्नाः

1 मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारणीम् उपयुज्य निम्नलिखित-तत्त्वानां तथा च जारेय-सूत्रस्य अनुमानं कुर्वन्तु K, C, Al, Si, Ba

2 द्रवातुम् अतिरिच्य अधुना पर्यन्तं कानि तत्त्वानि ज्ञातानि येषां कृते मेण्डेलीफः स्व-आवर्त-सारण्यां रिक्तस्थानं त्यक्तवान् आसीत्? उदाहरण-द्वयं ददतु।

3 मेण्डेलीफः स्व-आवर्त-सारणीं निर्मातुं कस्य मापदण्डस्य उपयोगं कृतवान्?

4 भवताम् अनुसारम् उत्कृष्टवाताः पृथक् समूहेषु किमर्थं स्थापिताः?

5.3 अव्यवस्थितात् व्यवस्थित-करणं तथा च आधुनिक-आवर्तसारणी

1913 तमे वर्षे हेनरी-मोज्ले-महोदयः अवदत् यत् तत्त्वानां परमाणु-द्रव्यमानस्य तुलनायां तस्य परमाणु-संख्यायाः अधिक-आधारभूताः गुणधर्माः सन्ति। तदनुसारं, मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारणी परिवर्तिता तथा च परमाणुसंख्या आधुनिक-आवर्त-सारण्याः आधारेण स्वीकृता। एते आधुनिक-आवर्त-नियमाः एवं प्रकारेण वर्णयितुं शक्यन्ते।

'तत्त्वानां गुणधर्माः तेषां परमाणु-संख्यायाः आवर्त-कार्यकलापाः भवन्ति'।

भवन्तः जानन्ति यत् परमाणु-संख्यातः अस्माभिः परमाणोः केन्द्रके स्थितानां परमाणूनां संख्या ज्ञायते तथा च एकस्मात् तत्त्वात् अन्यपर्यन्तं वर्धनेन एतस्यां संख्यायां एकस्य वृद्धिः भवति। तत्त्वानि तेषां परमाणु-संख्यायाः (Z) आरोहिक्रमे व्यवस्थापनेन यत् वर्गीकरणं प्राप्यते तत् आधुनिक-आवर्त-सारणी कथ्यते (सारणी 5.6)। तत्त्वानां

परमाणु-संख्यायाः आरोहिक्रमे व्यवस्थापनेन तत्त्वानां गुणधर्माः अधिक-परिशुद्धतया अनुमातुं शक्यन्ते।

क्रियाकलापः 5.3

- आधुनिक-आवर्त-सारण्यां केत्वातोः तथा च रूपकस्य स्थानं कथं निर्धारितम् अस्ति?
- आधुनिक-आवर्त-सारण्यां विभिन्न-तत्त्वानां समस्थानिकानां स्थानं कथं सुनिश्चितम् अस्ति।
- किं 1.5 परमाणु-संख्यायाः किञ्चित् तत्त्वम् उदजनस्य तथा च यानातेः मध्ये स्थापयितुं शक्यते?
- भवताम् अनुसारम् आधुनिक-आवर्त-सारण्याम् उदजनं कुत्र स्थापनीयम् ?

भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् आधुनिक-आवर्त-सारण्यां मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याः तिस्रः न्यूनताः संशोधिताः। आधुनिक-आवर्त-सारण्यां तत्त्वानां स्थानं कान् विषयान् आश्रयति, एतस्य ज्ञानात् परं वयम् उदजनस्य असङ्गत-स्थितीनां चर्चां करिष्यामः।

5.3.1 आधुनिक-आवर्त-सारण्यां तत्त्वानां स्थितिः

आधुनिक-आवर्त-सारण्याम् 18 ऊर्ध्वस्तम्भाः सन्ति ये समूहाः कथ्यन्ते तथा च 7 क्षैतिज-पङ्क्तयः सन्ति याः आवर्ताः कथ्यन्ते। आगच्छन्तु पश्यामः यत् कस्मिंश्चित् समूहे अथवा आवर्ते तत्त्वानां स्थितिः कं विषयम् आश्रयति।

क्रियाकलापः 5.4

- आधुनिक-आवर्त-सारण्याः 1 समूहे उपस्थितानां तत्त्वानां नामानि वदन्तु।
- 1 समूहात् पूर्वं त्रयाणां तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासं लिखन्तु।
- एतेषां तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासे काः समानताः सन्ति?
- एतेषु त्रिषु तत्त्वेषु कति संयोजकता-विद्युदणवः सन्ति?

सारणी 5.6 आधुनिक-आवर्तसारणी

धातुः | उपधातुः | अधातुः

वक्ररेखा धातून् अधातुतः पृथक्करोति।

समूह-संख्या

समूहसंख्या

आवर्तः

आवर्तः	1	2	समूह-संख्या 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Hydrogen 1.0																	2 He Helium 4.0
2	3 Li Lithium 6.9	4 Be Beryllium 9.0											5 B Boron 10.8	6 C Carbon 12.0	7 N Nitrogen 14.0	8 O Oxygen 16.0	9 F Fluorine 19.0	10 Ne Neon 20.2
3	11 Na Sodium 23.0	12 Mg Magnesium 24.3											13 Al Aluminium 27.0	14 Si Silicon 28.1	15 P Phosphorus 31.0	16 S Sulphur 32.1	17 Cl Chlorine 35.5	18 Ar Argon 39.9
4	19 K Potassium 39.1	20 Ca Calcium 40.1	21 Sc Scandium 45.0	22 Ti Titanium 47.8	23 V Vanadium 50.9	24 Cr Chromium 52.0	25 Mn Manganese 54.9	26 Fe Iron 55.9	27 Co Cobalt 58.9	28 Ni Nickel 58.7	29 Cu Copper 63.5	30 Zn Zinc 65.4	31 Ga Gallium 69.7	32 Ge Germanium 72.6	33 As Arsenic 74.9	34 Se Selenium 79.0	35 Br Bromine 79.9	36 Kr Krypton 83.8
5	37 Rb Rubidium 85.5	38 Sr Strontium 87.6	39 Y Yttrium 88.9	40 Zr Zirconium 91.2	41 Nb Niobium 92.9	42 Mo Molybdenum 95.9	43 Tc Technetium (99)	44 Ru Ruthenium 101.1	45 Rh Rhodium 102.3	46 Pd Palladium 106.4	47 Ag Silver 107.9	48 Cd Cadmium 112.4	49 In Indium 114.8	50 Sn Tin 118.7	51 Sb Antimony 121.8	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.9	54 Xe Xenon 131.3
6	55 Cs Caesium 132.9	56 Ba Barium 137.3	57 La* Lanthanum 138.9	72 Hf Hafnium 178.5	73 Ta Tantalum 181.0	74 W Tungsten 183.9	75 Re Rhenium 186.2	76 Os Osmium 190.2	77 Ir Iridium 192. 2	78 Pt Platinum 195.1	79 Au Gold 197.0	80 Hg Mercury 200.6	81 Tl Thallium 204.4	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 209.0	84 Po Polonium (210)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)
7	87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac** Actinium (227)	104 Rf (Rutherfordium) (267)	105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (269)	107 Bh Bohrium (270)	108 Hs Hassium (277)	109 Mt Meitnerium (278)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (282)	112 Cn Copernicium (285)	113 Nh (Nihonium) (286)	114 Fl Flerovium (289)	115 Mc Moscovium (290)	116 Lv Livermorium (293)	117 Ts Tennessine (294)	118 Og Oganesson (294)

*लैन्थैनाइड	58 Ce Cerium 140.1	59 Pr Praseodymium 140.9	60 Nd Neodymium 144.2	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.4	63 Eu Europium 152.0	64 Gd Gadolinium 157.3	65 Tb Terbium 158.9	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 164.9	68 Er Erbium 167.3	69 Tm Thulium 168.9	70 Yb Ytterbium 173.0	71 Lu Lutetium 175.5
*ऐक्टिनाइड	90 Th Thorium 232.0	91 Pa Protactinium (231)	92 U Uranium 238.1	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (242)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (245)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (254)	100 Fm Femium (253)	101 Md Mendelevium (256)	102 No Nobelium (254)	103 Lr Lawerncium (257)

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् एतेषां सर्वेषां तत्त्वानां संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या समाना अस्ति। एतेन एव प्रकारेण भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् एकस्य एव समूहस्य सर्वेषां तत्त्वानां संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या समाना अस्ति। यथा तरस्विनी (F) तथा च नीरजी (Cl) यानि 17- समूहस्य तत्त्वानि सन्ति। तरस्विन्याः तथा च नीरज्याः बाह्यकोशे कति विद्युदणवः सन्ति? एतेन ज्ञायते यत् आधुनिक-आवर्त-सारण्यां समूहः, बाह्यकोशस्य सर्वसम-वैद्युतक-विन्यासं दर्शयति। यद्यपि समूहे उपरिष्टात् अधः गमनेन कोशानां संख्या वर्धते।

उदजनस्य स्थितिः अनिश्चिता भवति यतोहि एषा पूर्वम् आवर्त-सारण्याः 1 समूहे अथवा 17 समूहे कस्मिंश्चित् अपि स्थापयितुं शक्यते। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति किमर्थम्?

क्रियाकलापः 5.5

- यदि आवर्त-सारणयाः दीर्घरूपं पश्यामः तर्हि भवन्तः परिज्ञास्यन्ति यत् l Li, Be, B, C, N, O, F, तथा च Ne अपरस्य आवर्तस्य तत्त्वानि सन्ति। एतेषां वैद्युतक-विन्यासं लिखन्तु।
- किम् एतेषां सर्वेषां तत्त्वानाम् अपि संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या समाना अस्ति।
- किम् एतेषां कोशानां संख्या समाना अस्ति।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् एतेषां तत्त्वानां संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या तु भिन्ना-भिन्ना अस्ति किन्तु एतेषु कोशानां संख्या समाना अस्ति। भवन्तः एतत् अपि द्रक्ष्यन्ति यत् वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन यदि परमाणु-संख्यायां मात्रा वर्धते तर्हि संयोजकता-विद्युदणूनां संख्यायाम् अपि मात्रा वर्धते।

भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् अध्यासित-कोशानां समान-संख्या-युक्तानां विभिन्न-तत्त्वानां परमाणवः एकस्मिन् एव आवर्ते स्थिताः। Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl तथा च Ar आधुनिक-आवर्त-सारण्याः तृतीय-आवर्ते स्थिताः यतोहि एतेषां परमाणूनां विद्युदणवः K, L तथा च M कोशेषु स्थिताः सन्ति। एतेषां तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासं लिखित्वा एतत् कथनं पोषयन्तु। प्रत्येकम् आवर्तः दर्शयति यत् एकः नूतन-कोशः विद्युदणुभिः पूर्णः।

प्रथमे, द्वितीये, तृतीये तथा च चतुर्थे आवर्ते कति तत्त्वानि सन्ति?

विभिन्न-कक्ष्यासु पूर्यमाणानाम् विद्युदणूनां संख्यायाः आधारेण वयम् एतेषु आवर्तेषु तत्त्वानां संख्यां वक्तुं शक्नुमः। अग्रिम-कक्ष्यायां भवन्तः एतस्मिन् विषये विस्तरेण ज्ञास्यन्ति। भवन्तः जानन्ति यत् कस्मिंश्चित् अपि कोशे विद्युदणूनाम् अधिकतम-संख्या एकस्मिन् सूत्रे $2n^2$ निर्भरा भवति यत्र n, नाभिकात् नियत-कोशस्य संख्यां दर्शयति।

यथा-

K कोशस्य – $2 \times (1)^2 = 2$, प्रथम-आवर्त-सारण्यां तत्त्वद्वयम् अस्ति।

L कोशस्य - $2 \times (2)^2 = 8$, द्वितीय-आवर्त-सारण्याम् अष्ट तत्त्वानि सन्ति।

M कोशस्य - $2 \times (3)^2 = 18$, बाह्यकोशे अष्टाधिकाः विद्युदणवः भवितुं न शक्नुवन्ति अतः तृतीये आवर्ते अपि अष्ट तत्त्वानि भविष्यन्ति।

आवर्त-सारण्यां तत्त्वानां स्थित्या तेषां रासायनिकी अभिक्रिया-शीलता ज्ञायते। भवन्तः जानन्ति यत् तत्त्वेन निर्मितस्य आबन्धस्य प्रारूपं तथा च एतस्य संख्या संयोजकता विद्युदणु-

द्वारा निर्धार्यते। किम् अधुना भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् मेण्डेलीफः स्वसारण्यां तत्त्वानां स्थितेः निर्धारणाय यौगिकानाम् उपादेयत्त्वं निर्मितवान् आसीत् , तत् शुद्धम् आसीत्। एतेन आधारेण समान-रासायनिक-गुणधर्म-युक्तानि तत्त्वानि एकस्मिन् एव समूहे कथं स्थापयितुं शक्यन्ते?

5.3.2 आधुनिक-आवर्त-सारण्याः प्रवृत्तिः

संयोजकता — भवन्तः जानन्ति यत् कस्यापि तत्त्वस्य संयोजकता तस्य परमाणोः सर्वस्मात् बाह्यकोशे उपस्थितानां संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या-द्वारा निर्धार्यते।

क्रियाकलापः 5.6

- कस्यचित् तत्त्वस्य वैद्युतक-विन्यासेन तस्य संयोजकतायाः परिकलनं कथं करिष्यन्ति?
- 12 परमाणु-संख्यायुक्तस्य भ्राजातोः तथा च 16 परमाणु-संख्या-युक्तस्य गन्धकस्य संयोजकता का अस्ति?
- एतेन एव प्रकारेण पूर्वं 20 तत्त्वानां संयोजकतां परिजानन्तु।
- आवर्ते वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन संयोजकता केन प्रकारेण परिवर्तते?
- समूहात् उपरिष्टात् अधः गमनेन संयोजकता केन प्रकारेण परिवर्तते?

परमाणूनाम् आकारः

परमाणूनाम् आकारेण परमाणोः त्रिज्या ज्ञायते। एक-स्वतन्त्र-परमाणोः केन्द्रात् तस्य सर्वतः बाह्यकोशस्य दूरता एव तस्य परमाणोः आकारं दर्शयति। उदजनं परमाणोः त्रिज्या 37 pm (पीकोमीटर, 1pm =10-10 m) अस्ति।

आगच्छन्तु , वयं समूहे तथा च आवर्ते परमाणोः आकारस्य विभिन्नतायाः अध्ययनं कुर्मः।

क्रियाकलापः 5.7

- अपरस्मिन् आवर्ते तत्त्वानां परमाणुत्रिज्याः अधः दत्ताः

अपरस्मिन् आवर्ते तत्त्वानि	B	Be	O	N	Li	C
परमाणुत्रिज्या (pm)	88	111	66	74	152	77

- एतान् परमाणु-त्रिज्यायाः अवरोहिक्रमे व्यवस्थापयन्तु ।
- किम् एतानि तत्त्वानि अधुना आवर्त-सारण्याः आवर्तवत् एव व्यवस्थिताः?
- कस्य तत्त्वस्य परमाणुः सर्वस्मात् बृहत् अस्ति तथा च कस्य सर्वस्मात् लघुः अस्ति?
- आवर्ते वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन परमाणु-त्रिज्या केन प्रकारेण परिवर्तते?

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् आवर्ते वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन परमाणु-त्रिज्या क्षीयते। नाभिके आवेशस्य वर्धनेन एषा विद्युदणून् केन्द्रं प्रति आकर्षयति येन परमाणोः आकारः क्षीयमाणः भवति।

क्रियाकलापः 5.8

- प्रथम-समूहस्य तत्त्वानां परमाणु-त्रिज्यायां परिवर्तनस्य अध्ययनं कुर्वन्तु तथा च तान् आरोहिक्रमे व्यवस्थापयन्तु।

प्रथम-समूहस्य तत्त्वानि :	Na	Li	Rb	Cs	K
परमाणु-त्रिज्या (pm):	186	152	244	262	231

- कस्य तत्त्वस्य परमाणुः सर्वस्मात् लघुः तथा च कस्य सर्वस्मात् बृहत् अस्ति?
- समूहे उपरिष्टात् अधः गमनेन परमाणूनाम् आकारे कथं परिवर्तनं भविष्यति?

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् समूहे उपरिष्टात् अधः गमनेन परमाणूनाम् आकारः वर्धते। एवम् एतदर्थं भवति यतोहि अधः गमनेन एकः नूतनः कोशः युक्तः भवति। एतेन केन्द्रस्य तथा च सर्वस्मात् बाह्यकोशस्य मध्ये दूरता वर्धते एतेन कारणेन केन्द्रस्य आवेश-वर्धनात् परम् अपि परमाणूनाम् आकारः वर्धते।

धात्विकाः अधात्विकाः च गुणधर्माः

क्रियाकलापः 5.9

- तृतीयस्य आवर्तस्य तत्त्वानि परीक्ष्य तानि धातुषु तथा च अधातुषु वर्गीकुर्वन्तु।
- सारण्याः कस्मिन् भागे धातवः स्थिताः सन्ति?
- सारण्याः कस्मिन् भागे अधातवः स्थिताः सन्ति?

Na तथा च Mg आदयः धातवः सारण्याः वामभागे तथा च गन्धकः तथा च नीरज्यादि-अधातवः दक्षिण-भागे स्थिताः सन्ति। मध्ये, सैकतीयः स्थितः अस्ति यः अर्धधातुः अथवा उपधातुः कथ्यते। एषः अधातोः तथा च धातोः द्वयोः अपि गुणधर्मान् प्रदर्शयति।

आधुनिक-आवर्त-सारण्याम् एका वक्ररेखा धातून् अधातुतः पृथक् करोति। एतस्यां रेखायाम् आगामि-तत्त्वानि टाङ्कणं , सैकतीयः, सिकातुः, नाग-जिह्विका , वङ्गकः तथा च तोयातुः धातूनां तथा च अधातूनां द्वयोः अपि गुणधर्मान् प्रदर्शयन्ति। अतः एते अर्धधातवः अथवा उपधातवः इत्यपि कथ्यन्ते।

तृतीये अध्याये भवन्तः दृष्टवन्तः यत् आबन्धस्य निर्माण-समये धातौ विद्युदणु-त्यागस्य प्रवृत्तिः भवति अर्थात् एतानि विद्युत्-धनात्मकानि भवन्ति।

क्रियाकलापः 5.10

- समूहे विद्युदणु-त्यागस्य प्रवृत्तिः कथं परिवर्तते?
- आवर्ते एषा प्रवृत्तिः कथं परिवर्तिष्यते?

आवर्ते यथा-यथा संयोजकता-कोशस्य विद्युदणुषु क्रियमाणानां प्रभावि-आणविक-शक्तिः वर्धते, विद्युदणु-त्यागस्य प्रवृत्तिः क्षीयते। समूहे अधस्तनं प्रति संयोजकता-विद्युदणुषु क्रियाकारकस्य प्रभावि-आणविक-शक्तिः नश्यति। यतोहि सर्वस्मात् बाह्याः विद्युदणवः नाभिकात् दूरे भवन्ति। अतः एते विद्युदणवः सरलतया निर्गच्छन्ति। अतः धात्विकानि अभिलक्षणानि आवर्ते क्षीयन्ते तथा च समूहे अधः गमनेन वर्धन्ते।

अपरत्र, अधातवः विद्युत्-ऋणात्मकाः भवन्ति। तेषु विद्युदणून् गृहीत्वा आबन्ध-निर्माणस्य प्रवृत्तिः भवति। आगच्छन्तु, एतेषां गुणधर्माणां विविधतायाः विषये ज्ञानं प्राप्नुमः।

क्रियाकलापः 5.11

- आवर्ते वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन विद्युदणु-ग्रहणस्य प्रवृत्तिः कथं परिवर्तिता भविष्यति।
- समूहे उपरिष्टात् अधः गमनेन विद्युदणु-ग्रहणस्य प्रवृत्तिः कथं परिवर्तिता भविष्यति।

विद्युत्-ऋणात्मकतायाः प्रवृत्तेः अनुसारम् अधातवः आवर्त-सारण्यां दक्षिणतः शिखरे स्थिताः भवन्ति।

एताभिः प्रवृत्तिभिः अस्माभिः एतैः तत्त्वैः निर्मितानां जारेयाणां प्रवृत्तिः अपि ज्ञायते यतोहि धातूनां जारेयं क्षारकीयं तथा च अधातूनां जारेयं सामान्यतः अम्लीयं भवति।

प्रश्नाः

1 आधुनिक-आवर्त-सारण्या केन प्रकारेण मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्याः विविध-विसङ्गतयः दूरीकृताः?

2 भ्राजातुवत् रासायनिक-अभिक्रिया-शीलतायाः दर्शकयोः द्वयोः तत्त्वयोः नामानि लिखन्तु? भवतः चयनस्य कः आधारः अस्ति?

3 नामानि वदन्तु —
(a) त्रीणि तत्त्वानि येषां सर्वतः बाह्यकोशे एकः विद्युदणुः उपस्थितः स्यात्।
(b) तत्त्व-द्वयं यस्य सर्वतः बाह्यकोशे विद्युदणु-द्वयम् उपस्थितं स्यात्।
(c) त्रीणि तत्त्वानि येषां बाह्यकोशः पूर्णः स्यात्।

4 (a) लघ्वातुः, क्षारातु, दहातुः, एते सर्वे धातवः जलेन अभिक्रियां कृत्वा उदजन-वायुं मुञ्चन्ति। किं एतेषां तत्त्वानां परमाणुषु कापि समानता अस्ति?
(b) यानातिः कश्चित् अभिक्रियाशीलः वायुः अस्ति यद्यपि शिथिरातेः अभिक्रियाशीलता अत्यन्तं न्यूना अस्ति। एतेषां परमाणुषु कापि समानता अस्ति?

5 आधुनिक-आवर्त-सारण्यां पूर्वं दश-तत्त्वेषु के धातवः सन्ति?

6 आवर्त-सारण्याम् एतेषां स्थानस्य आधारेण एतेभ्यः कस्मिन् तत्त्वे सर्वस्मात् अधिक-धात्विक-अभिलक्षणस्य विशेषता अस्ति?
Ga Ge As Se Be

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- तत्त्वानि तेषां गुणधर्माणां समानतायाः आधारेण वर्गीकृतानि सन्ति।
- डॉबेराइन-महोदयः तत्त्वानि त्रिके वर्गीकृतवान् यद्यपि न्यूलैण्ड्स-महोदयः अष्टक-सिद्धान्तं दत्तवान्।
- मेण्डेलीफः तत्त्वानि तेषां परमाणु-द्रव्यमानस्य आरोहिक्रमेण तथा च रासायनिक-गुणधर्माणाम् आधारेण वर्गीकृतवान्।
- मेण्डेलीफः आवर्त-सारण्यां रिक्तस्थानस्य आधारेण नूतन-तत्त्वानां भविष्यवाणीं कृतवान्।

- तत्त्वानि परमाणु-द्रव्यमानस्य आरोहिक्रमे व्यवस्थापनेन जायमान-विसङ्गतयः, परमाणु-संख्यायाः आरोहिक्रमे व्यवस्थापनेन निर्गताः। तत्त्वानाम् एतम् आधारभूत-गुणधर्मम् अर्थात् संख्यायाः अन्वेषणं मोज्ले-महोदयः कृतवान्।
- आधुनिक-आवर्त-सारण्यां तत्त्वानि 18 स्तम्भेषु , यानि समूहाः कथ्यन्ते तथा च 7 क्षैतिज-पङ्क्तिषु , यानि आवर्ताः कथ्यन्ते, व्यवस्थापिताः।
- एवं प्रकारेण व्यवस्थित-तत्त्वानि, परमाणूनाम् आकारः, संयोजकता अथवा संयोजन-क्षमता तथा च धात्विकानि तथा च अधात्विकानि अभिलक्षणानि यथा गुणधर्मेषु आवर्तितां प्रदर्शयन्ति।

अभ्यासः

1. आवर्त-सारण्यां वामतः दक्षिणं प्रति गमनेन, प्रवृत्तीनां विषये किं कथनम् असत्यम् अस्ति
   (a) तत्त्वानां धात्विक-प्रकृतिः क्षीयते।
   (b) संयोजकता-विद्युदणूनां संख्या वर्धते।
   (c) परमाणवः सरलतया विद्युदणून् त्यजन्ति।
   (d) एतेषां जारेयम् अधिकम् अम्लीयं भवति।
2. तत्त्वं X, XCl2 सूत्रस्य एकं नीरेयं निर्माति यत् सघनम् अस्ति तथा च यस्य गलनाङ्कः अधिकः अस्ति। आवर्त-सारण्याम् एतानि तत्त्वानि सम्भवतः कस्य तत्त्वस्य अन्तर्गते भविष्यन्ति?
   (a) Na (b) Mg (c) Al (d) Si
3. कस्मिन् तत्त्वे
   द्वौ कोशौ स्तः तथा च विद्युदणुभिः पूर्णौ स्तः?
   वैद्युतक-विन्यासः 2, 8, 2 अस्ति?
   आहत्य त्रयः कोशाः सन्ति तथा च संयोजकता-कोशे चत्वारः विद्युदणवः सन्ति?
   आहत्य द्वौ कोशौ स्तः तथा च संयोजकता-कोशे त्रयः विद्युदणवः सन्ति?
   अपरस्मिन् कोशे पूर्वकोशात् द्विगुणाः विद्युदणवः सन्ति?
4. (a) आवर्त-सारण्यां टाङ्कणस्य स्तम्भे सर्वेषां तत्त्वानां के गुणधर्माः समानाः सन्ति?
   (b) आवर्त-सारण्यां तरस्विन्याः स्तम्भस्य सर्वेषां तत्त्वानां के गुणधर्माः समानाः सन्ति?
5. एकस्य परमाणोः वैद्युतक-विन्यासः 2, 8, 7 अस्ति।
   (a) एतस्य तत्त्वस्य परमाणु-संख्या का अस्ति?
   (b) अधः केन तत्त्वेन सह एतस्य रासायनिकी समानता भविष्यति (परमाणु-संख्या कोष्ठके दत्ता)
   N(7) F(9) P(15) Ar(18)
6. आवर्त-सारण्यां त्रीणि तत्त्वानि A, b तथा च C इत्यस्य स्थितिः निम्नवत् अस्ति —

समूहः 16	समूहः 17
-	-
-	**A**
-	-
B	**C**

अधुना वदन्तु यत्

(a) A धातुः अस्ति अथवा अधातुः।

(b) A इत्यस्य अपेक्षया C अधिकः अभिक्रियाशीलः अस्ति अथवा न्यूनः?

(c) C इत्यस्य आकारः B इत्येतस्मात् बृहत् भविष्यति अथवा लघुः?

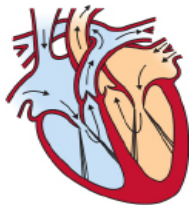
(d) A तत्वं कीदृशम् आयनं, धनायनम् अथवा ऋणायनं निर्मास्यति?

7. भूयातिः (परमाणु-संख्या 7) तथा च भास्वरः (परमाणु-संख्या 15) आवर्त-सारण्याः 15 समूहस्य तत्त्वानि सन्ति। एतयोः द्वयोः तत्त्वयोः वैद्युतक-विन्यासं लिखन्तु। एतेषु किं तत्त्वम् अधिकम् ऋण-विद्युत् भविष्यति तथा च किमर्थम्?
8. तत्त्वानां वैद्युतक-विन्यासस्य आधुनिक-आवर्त-सारण्यां तत्त्वस्य स्थित्या कः सम्बन्धः अस्ति?
9. आधुनिक-आवर्त-सारण्यां छौरेयं (परमाणु-संख्या 20) परितः 12, 19, 21 तथा च 38 परमाणु-संख्या-युक्तानि तत्त्वानि स्थितानि। एतेभ्यः केषां तत्त्वानां भौतिकाः तथा च रासायनिक-गुणधर्माः छौरेयस्य समानाः सन्ति?
10. आधुनिक-आवर्त-सारण्यां तथा च मेण्डेलीफस्य आवर्त-सारण्यां तत्त्वानां व्यवस्थायाः तुलनां कुर्वन्तु?

सामूहिकक्रियाकलापः

1 वयं तत्त्वानां वर्गीकरणाय कृतेषु केषुचित् प्रमुख-प्रयासेषु चर्चां कृतवन्तः। (अन्तर्जालेन अथवा पुस्तकालयेन) एतस्य वर्गीकरणस्य कृते अन्यान् प्रयासान् निरूपयन्तु।

2 वयम् आवर्त-सारण्याः विस्तृतरूपम् अधीतवन्तः। आधुनिक-आवर्त-नियमं प्रयुज्य तत्त्वानि अन्यप्रकारेण अपि व्यवस्थापितानि, एतानि परिजानन्तु।



षष्ठः अध्यायः

जैवप्रक्रमः

वयं जैवेषु (सजीवेषु) तथा च अजैवेषु (निर्जीवेषु) कथं भिन्नतां स्पष्टीकुर्मः? यदि वयं धावन्तं कुक्कुरं पश्यामः अथवा चर्वन्तीं गाम् अथवा वीथ्याम् उच्चैः चीत्कुर्वन्तं कञ्चन मानवम् पश्यामः तर्हि वयम् अवगच्छामः यत् एते सजीवाः सन्ति। यदि कुक्कुराः, गावः तथा च मानवाः शयानाः सन्ति तर्हि किं तदानीम् अपि वयम् एतदेव चिन्तयिष्यामः यत् एते सजीवाः किन्तु वयम् एतत् कथं ज्ञास्यामः? वयं तान् श्वासं स्वीकुर्वतः पश्यामः तथा च जानीमः यत् एते सजीवाः सन्ति। पादपानां विषये वयं कथं ज्ञास्यामः यत् ते सजीवाः सन्ति? अस्मासु केचन कथयिष्यन्ति यत् ते हरिताः दृश्यन्ते। परं तेषां पादपानां विषये किं कथयिष्यन्ति येषां पत्राणि हरितानि अभूत्वा अन्यवर्णीयानि भवन्ति? ते समयेन वर्धन्ते, अतः वयं वक्तुं शक्नुमः यत् एते सजीवाः। अन्यशब्देषु , वयं सजीवानां सामान्यप्रमाणेन कासुचित् गतिषु विचारं कुर्मः, एताः वृद्धिसम्बन्धिन्यः अथवा अन्याः गतयः अपि भवितुं शक्नुवन्ति। किन्तु सः पादपः अपि सजीवः अस्ति यस्मिन् वृद्धिः न परिलक्ष्यते। केचन जन्तवः श्वासं स्वीकुर्वन्ति किन्तु येषु स्पष्टरूपेण गतिः न दृश्यते ते अपि सजीवाः सन्ति। अतः दृश्यमाना गतिः जीवनस्य परिभाषितलक्षणस्य कृते पर्याप्ता नास्ति।

अतिसूक्ष्ममापिकायां जायमानाः गतयः नेत्रद्वारा न दृश्यन्ते, उदहरणार्थम् अणुषु गतयः। किम् एषा अदृश्या आणविकगतिः जीवनाय आवश्यकी? यदि वयम् एतं प्रश्नं केनचित् जीवविज्ञानिना सह कुर्मः तर्हि तस्य उत्तरं सकारात्मकं भविष्यति। वस्तुतः विषाणूनाम् अन्तः आणविकगतिः न भवति (यावत् ते काञ्चित् कोशिकां सङ्क्रमितां न कुर्वन्ति)। अतः एतेन कारणेन एषः विवादः जातः अस्ति यत् ते वस्तुतः सजीवाः सन्ति अथवा न।

जीवनाय आणिकगतयः किमर्थम् आवश्यक्यः? पूर्वकक्ष्यासु वयम् एतत् दृष्टवन्तः यत् सजीवस्य संरचना सुसंघटिता भवति तासु ऊतकाः भवितुं शक्नुवन्ति, ऊतकेषु कोशिकाः भवन्ति, कोशिकासु लघवः घटकाः भवन्ति। सजीवस्य एषा संघटिता तथा च सुव्यवस्थिता संरचना समयेन सह एव पर्यावरणस्य प्रभावकारणेन विघटनम् आरभते। यदि एषा व्यवस्था विच्छिन्ना भवति तर्हि जीवः अधिककालं यावत् जीवितुं न शक्ष्यति। अतः जीवानां शरीरस्य समीकरणस्य तथा च अनुरक्षणस्य आवश्यकता भवति। यतोहि एताः सर्वाः संरचनाः अणुभिः निर्मिताः भवन्ति अतः एते अणवः निरन्तरं गतिशीलाः स्थापनीयाः। सजीवेषु अनुरक्षणप्रक्रमाः के सन्ति? आगच्छन्तु अन्वेषणं कुर्मः।

6.1 जैवप्रक्रमः कः अस्ति?

जीवानाम् अनुरक्षणकार्यं निरन्तरं भवेत् एतत् तस्मिन् समये अपि चलति यदा ते किमपि विशिष्टं कार्यं न कुर्वन्ति। यदा वयं शयानाः भवामः अथवा कक्ष्यायां स्थिताः भवामः तदा अपि एतत् अनुरक्षणकार्यं चलेत्। ते सर्वे प्रक्रमाः ये सम्मिलितरूपेण अनुरक्षणस्य कार्यं कुर्वन्ति ते जैवप्रक्रमाः कथ्यन्ते।

यतोहि क्षतेः तथा च त्रोटनस्फोटनयोः वारणाय अनुरक्षणप्रक्रमस्य आवश्यकता भवति अतः एतदर्थं तेभ्यः ऊर्जायाः आवश्यकता भविष्यति। एषा ऊर्जा विशेषजीवशरीरस्य बहिर्भागात् आगच्छति। अतः ऊर्जायाः स्रोतसः बहिर्भागात् जीवस्य शरीरे स्थानान्तरणाय कोऽपि प्रक्रमः भवेत्। एतस्याः ऊर्जायाः स्रोतः वयं भोजनं तथा च शरीरस्य अन्तः स्वीक्रियमाणप्रक्रमं पोषणम् इति वदामः। यदि जीवे शारीरिकवृद्धिः भवति तर्हि एतदर्थं तस्मै बहिर्भागात् अतिरिक्तायाः अपक्वसामग्र्याः अपि आवश्यकता भविष्यति। यतोहि पृथिव्यां जीवनं कौकिलीय-आधारितान् अणून् आश्रयति अतः अधिकांशाः खाद्यपदार्थाः अपि कौकिलीय-आधारिताः सन्ति। एतेषां कौकिलीयस्रोतसां जटिलतायाः अनुसारं विविधजीवाः विविधपोषणप्रक्रमस्य प्रयोगं कुर्वन्ति।

यतोहि पर्यावरणं कस्यचित् एकजीवस्य नियन्त्रणे नास्ति अतः ऊर्जायाः एतानि बाह्यस्रोतांसि विविधानि भवितुं शक्नुवन्ति। शरीरस्य अन्तः ऊर्जायाः एतेषां स्रोतसां विघटनस्य अथवा निर्माणस्य आवश्यकता भवति येन एते अन्ततः ऊर्जायाः एकसमानस्रोतस्सु परिवर्तिताः भवेयुः। एतत् विभिन्नाभ्यः आणविकगतिभ्यः तथा च विभिन्नजीवशरीरस्य अनुरक्षणाय तथा च शरीरस्य वृद्ध्यै आवश्यकानाम् अणूनां निर्माणे उपयोगी अस्ति। एतेषां कृते शरीरस्य अन्तः रासायनिकक्रियाणाम् एकशृङ्खलायाः आवश्यकता अस्ति। उपचयन-अपचयन-अभिक्रियाः अणूनां विघटनस्य काश्चन सामान्याः रासायनिकयुक्तयः सन्ति। एतदर्थं बहवः जीवाः शरीरस्य बाह्यस्रोतसः प्राणवायोः प्रयोगं कुर्वन्ति। शरीरस्य बहिर्भागात् प्राणवायोः ग्रहणं तथा च कोशिकीयायाः आवश्यकतायाः अनुसारं खाद्यस्रोतसां विघटने तस्य उपयोगः श्वसनं कथ्यते।

एकैकस्य कोशिकीयजीवस्य सम्पूर्णतलं पर्यावरणस्य सम्पर्के भवति। अतः एतान् भोजनग्रहणाय, वातानाम् आदानप्रदानाय अथवा वर्ज्यपदार्थानां निष्कासनाय कस्यचित् विशेषस्य अङ्गस्य आवश्यकता न भवति। किन्तु यदा जीवशरीरस्य आकारः वर्धते तथा च शारीरिकः अभिकल्पः अधिकः जटिलः भवति, तदा किं भवति? बहुकोशीयजीवेषु सर्वाः कोशिकाः स्वं परितः पर्यावरणस्य साक्षात् सम्पर्के सञ्चरितुं न शक्नुवन्ति। अतः साधारणविसरणे सर्वासां कोशिकानाम् आवश्यकताः पूरयितुं न शक्नुवन्ति।

वयं पूर्वमपि दृष्टवन्तः यत् बहुकोशीयजीवेषु विभिन्नकार्याणां करणाय भिन्नानि भिन्नानि अङ्गानि विशिष्टीकृतानि भवन्ति। वयं विशिष्टीकृतैः एतैः ऊतकैः तथा च जीवस्य शरीरे तेषां संघटनेन परिचिताः सन्ति। अतः एतस्मिन् किमपि आश्चर्यं नास्ति यत् भोजनस्य तथा च प्राणवायोः अन्तर्ग्रहणम् अपि विशिष्टीकृतानाम् ऊतकानां कार्यम् अस्ति। परन्तु एतया काचित् समस्या उत्पद्यते यद्यपि भोजनस्य तथा च प्राणवायोः अन्तर्ग्रहणं कैश्चित् विशिष्टैः अङ्गैः भवति, परन्तु शरीरस्य सर्वेभ्यः भागेभ्यः एतस्य आवश्यकता भवति। एतस्यां स्थितौ भोजनं तथा च प्राणवायुः एकस्मात् स्थानात् अपरस्थानपर्यन्तं नेतुं वहनतन्त्रस्य आवश्यकता भवति।

यदा रासायनिकीषु अभिक्रियासु कौकिलीयस्रोतसः तथा च प्राणवायोः उपयोगः ऊर्जाप्राप्त्यै भवति, तदा एतादृशाः अपि उपोत्पादाः भवन्ति ये शरीरस्य कोशिकाभ्यः केवलम् अनुपयोगिनः न भवन्ति अपि तु ते हानिकारकाः अपि भवितुं शक्नुवन्ति। एतेषाम् अपशिष्टानाम् उत्पादानाम् शरीरात् बहिः निष्कासनम् अत्यावश्यकं भवति। एतं प्रक्रमं वयम् उत्सर्जनम् इति कथयामः। यदि बहुकोशीयजीवेषु शरीरस्य अभिकल्पनायाः मूलनियमाः पाल्यन्ते तर्हि उत्सर्जनाय विशिष्टः ऊतकः विकसिष्यति। एतस्य अर्थः एषः अस्ति यत् परिवहनतन्त्रस्य आवश्यकता अपशिष्टान् पदार्थान् कोशिकातः एतत् उत्सर्जनम् ऊतकं यावत् प्रापयितुं भविष्यति।

आगच्छन्तु, वयं जीवनस्य अनुरक्षकाणाम् आवश्यकप्रक्रमाणां विषये एकैकशः विचारं कुर्मः।

प्रश्नाः

1. अस्मादृशेषु बहुकोशीयजीवेषु प्राणवायोः आवश्यकतायाः पूरणे प्रचारः अपर्याप्तः अस्ति?
2. किञ्चित् वस्तु सजीवम् अस्ति, एतस्य निर्धारणाय वयं कस्य मानदण्डस्य उपयोगं कुर्मः?
3. केनचित् जीवेन कासाम् अपक्वसामग्रीणाम् उपयोगः क्रियते?
4. जीवनस्य अनुरक्षणाय भवन्तः कान् प्रक्रमान् आवश्यकान् चिन्तयिष्यन्ति?

6.2 पोषणम्

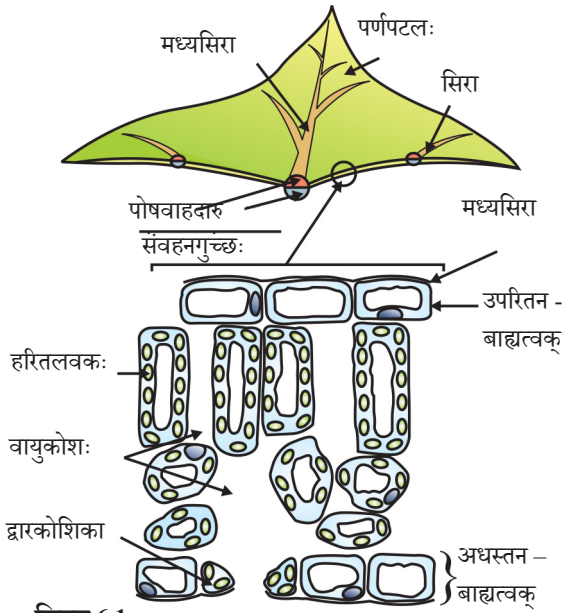
यदा वयं भ्रमामः अथवा द्विचक्रिकया यात्रां कुर्मः तदा वयम् ऊर्जायाः उपयोगं कुर्मः। तस्यां स्थितौ अपि यदा वयं कांश्चित् अपि आभासिनः क्रियाकलापान् न कुर्मः तदा अस्माकं शरीरे क्रमस्य स्थितेः अनुरक्षणं कर्तुम् ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। वृद्धौ, विकासे, प्रोभूजिने तथा च संश्लेषणादिषु अस्माकं कृते बहिर्भागात् अपि पदार्थानाम् आवश्यकता भवति। एतत् ऊर्जायाः स्रोतः तथा च पदार्थः यत् वयं खादामः तत् भोजनम् अस्ति।

सजीवाः स्वभोजनं कथं प्राप्नुवन्ति?

सर्वेषु जीवेषु ऊर्जायाः तथा च पदार्थस्य सामान्या आवश्यकता समाना अस्ति। किन्तु एतस्य आपूर्तिः भिन्नविधिभिः भवति। केचन जीवाः अजैविकस्रोतोभिः अङ्गाराम्लवायुं तथा च जलरूपेण सरलपदार्थान् प्राप्नुवन्ति। एते जीवाः स्वपोषिणः सन्ति येषु सर्वे हरितपादपाः तथा च केचन जीवाणवः सन्ति। अन्यजीवाः जटिलपदार्थानाम् उपयोगं कुर्वन्ति। एतेषां जटिलपदार्थानां सरलपदार्थेषु भञ्जनम् अनिवार्यम् अस्ति यतोहि एते जीवस्य समारक्षणे तथा च वृद्धौ प्रयुक्ताः स्युः। एतत् प्राप्तुं जीवाः जैव-उत्प्रेरकाणाम् उपयोगं कुर्वन्ति ये **किण्वकाः** कथ्यन्ते। अतः विषमपोषिण्यै उत्तरजीवितायै प्रत्यक्षरूपेण अथवा परोक्षरूपेण स्वपोषिषु आश्रिताः भवन्ति। जन्तवः तथा च कवकाः एतादृशेषु विषमपोषिषु सम्मिलिताः सन्ति।

6.2.1 स्वपोषिपोषणम्

स्वपोषिजीवस्य कौकिलीयस्य तथा च ऊर्जायाः आवश्यकताः प्रकाशसंश्लेषणेन पूर्णाः भवन्ति। एषः सः प्रक्रमः अस्ति यस्मिन् स्वपोषी बहिर्भागात् स्वीकृतान् पदार्थान् ऊर्जासञ्चितरूपेण परिवर्तयति। एते पदर्थाः अङ्गाराम्लवायुरूपेण तथा च जलरूपेण स्वीक्रियन्ते। ये सूर्यप्रकाशस्य



चित्रम् 6.1
एकस्य पर्णस्य अनुप्रस्थपरिच्छेदः

तथा च पर्णशादस्य उपस्थितौ कार्बोहाइड्रेट-मध्ये परिवर्त्यन्ते।

अग्रिमे अनुभागे वयम् अध्ययनं करिष्यामः यत् एते कथं भवन्ति। यत् कार्बोहाइड्रेट तत्कालं न प्रयुज्यते तत् श्वेतसाररूपेण सञ्चीयते। एतत् रक्षितम् आन्तरिक-ऊर्जावत् कार्यं करिष्यति तथा च पादपैः आवश्यकतायाः अनुसारं प्रयुज्यते। काचित् एतादृशी एव स्थितिः अस्माकम् अन्तः अपि दृश्यते, अस्माभिः खादितात् भोजनात् उत्पन्नायाः ऊर्जायाः कश्चन भागः अस्माकं शरीरे ग्लाइकोजन रूपेण सञ्चीयते।

$$6CO2+12H2O = \xrightarrow[\text{सूर्यप्रकाशः}]{\text{पर्णशादः}} = C6H12O6+6O2+6H2O$$
(द्राक्षशर्करा)

अधुना वयं पश्यामः यत् प्रकाशसंश्लेषणप्रक्रमे वस्तुतः किं भवति। एतस्य प्रक्रमस्य सन्दर्भे निम्नलिखिताः घटनाः भवन्ति-

(i) पर्णशादेन प्रकाश-ऊर्जायाः अवशोषणम्।
(ii) प्रकाश-ऊर्जायाः रासायनिक-ऊर्जायां रूपान्तरणं तथा च जलाणूनाम् उदजने तथा च प्राणवायौ भेदनम्।
(iii) अङ्गाराम्लवायोः कार्बोहाइड्रेट-मध्ये अपचयनम्।

एतत् आवश्यकं नास्ति यत् एषः क्रमः तत्कालम् एकस्य अनन्तरम् अपरः भवेत्। उदाहरणार्थम्, मरुद्भिदः पादपाः रात्रौ अङ्गाराम्लवायुं स्वीकुर्वन्ति तथा च एकं मध्यस्थम् उत्पादं निर्मान्ति। दिने पर्णशादः ऊर्जाम् अवशोष्य अन्तिमम् उत्पादं निर्माति।

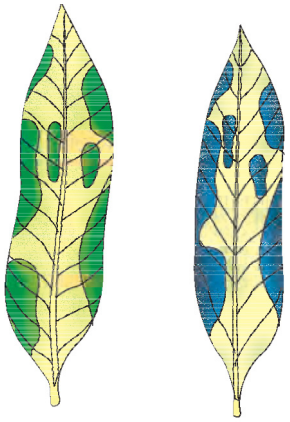
आगच्छन्तु, वयं पश्येम यत् उपर्युक्तायाः अभिक्रियायाः प्रत्येकं घटकः प्रकाशसंश्लेषणस्य कृते केन प्रकारेण आवश्यकः।

यदि भवन्तः ध्यानपूर्वकम् एकस्य पत्रस्य उपविभागरेखणं सूक्ष्मदर्शिन्या अवलोकयिष्यन्ति तर्हि (चित्रम् 6.1) भवन्तः अभिद्रक्ष्यन्ति यत् कासुचित् कोशिकासु हरितवर्णबिन्दुः दृश्यते। एते हरितबिन्दवः कोशिकाया अङ्गानि सन्ति ये हरितलवकाः कथ्यन्ते एतेषु पर्णशादः भवति। आगच्छन्तु , वयम् एकं क्रियाकलापं कुर्मः यः दर्शयति यत् प्रकाशसंश्लेषणस्य कृते पर्णशादः आवश्यकः।

क्रियाकलापः 6.1

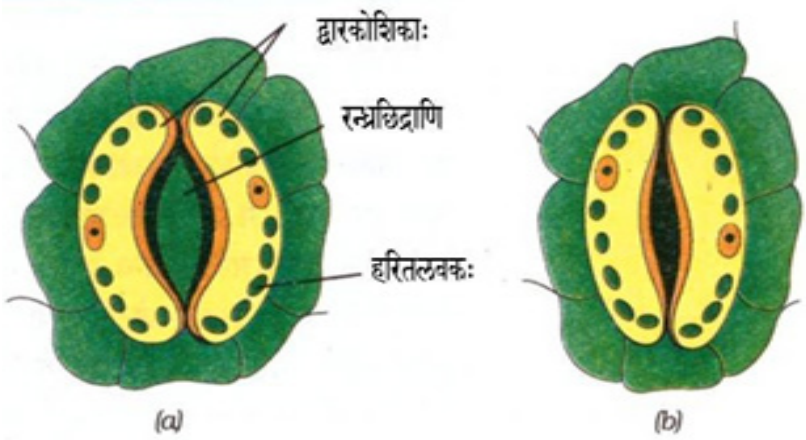
- पुष्पाधान्याम् उष्णम् एकं बिन्दुचित्रपत्रयुक्तं पादपं स्वीकुर्वन्तु (उदाहरणार्थं मनीप्लाण्ट अथवा जयपालः)।

- पादपं दिनत्रयम् अन्धकारप्रकोष्ठे स्थापयन्तु येन तस्य सम्पूर्णश्वेतसारः प्रयुक्तः स्यात्।
- अधुना पादपं प्रायः षड्घण्टानिमित्तं सूर्यप्रकाशे स्थापयन्तु।
- पादपात् एकं पत्रं त्रोटयन्तु। एतस्मिन् हरितभागम् अङ्कयन्तु तथा च तानि एकस्मिन् कर्गदे चिह्नितानि कुर्वन्तु।
- कानिचित् क्षणानि एतत् पत्रं क्वथनजले स्थापयन्तु।
- एतदनन्तरम् एतत् मद्यसारेण पूर्णे काचपात्रे निमज्जन्तु।
- एतत् काचपात्रं सावधानतया जलोष्मके स्थापयित्वा तावत् पर्यन्तम् उष्णीकुर्वन्तु यावत् पर्यन्तं मद्यसारः न क्वथ्येत।
- पत्रवर्णस्य किं भवति? विलयनस्य वर्णः कथं भवति?
- अधुना कानिचित् क्षणानि एतत् पत्रम् जम्बुक्याः सूक्ष्मविलयने स्थापयन्तु।
- पत्रं बहिः निष्कास्य तस्य जम्बुकीं प्रक्षालयन्तु।
- पत्रस्य वर्णम् अवलोकयन्तु तथा च प्रारम्भे पत्रस्य यत् चिह्नम् आसीत् तेन सह एतस्य तुलनां कुर्वन्तु (चित्रम् 6.2)।
- पत्रस्य विभिन्नभागेषु श्वेतसारस्य उपस्थितिविषये भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयन्ति?

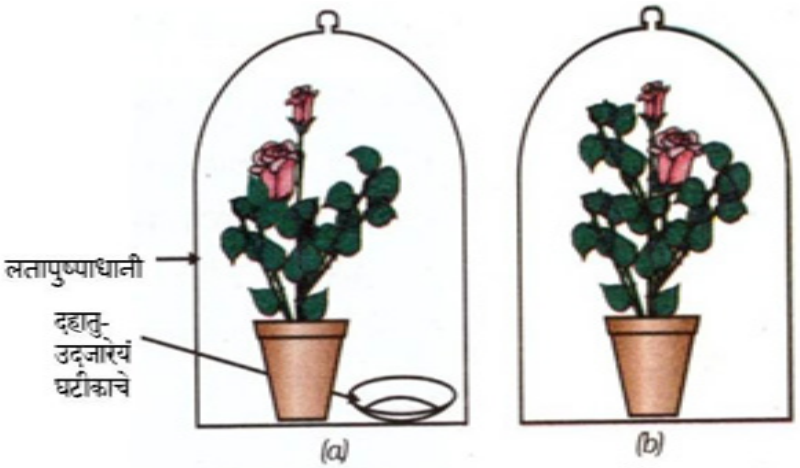


चित्रम् 6.2
बिन्दुचित्रपत्रम्
(a)श्वेतसारपरीक्षणात् पूर्वम्
(b) श्वेतसारस्य परीक्षणात् परम्

अधुना वयम् अध्ययनं कुर्मः यत् पादपाः अङ्गाराम्लवायुं कथं प्राप्नुवन्ति। नवमकक्ष्यायां वयं चर्चितवन्तः आस्म (चित्रम् 6.3) यत् पत्रस्य तले सूक्ष्मछिद्राणि भवन्ति। प्रकाशसंश्लेषणाय वातानाम् अधिकांश- आदानप्रदानम् एतैः छिद्रैः भवति। किन्तु अत्र एतस्य ज्ञानम् अपि आवश्यकम् अस्ति यत् वातानाम् आदानप्रदानं स्थाणूनां, मूलानां, पत्राणां च तलात् अपि भवति। एतेभ्यः रन्ध्रेभ्यः जलस्य अपि पर्याप्तमात्रायां हानिः भवति अतः यदा प्रकाशसंश्लेषणाय अङ्गाराम्लवायोः आवश्यकता न भवति तदा पादपः एतानि छिद्राणि निमीलयति। छिद्राणाम् उन्मेषः निमेषश्च द्वारकोशिकानाम् एकं कार्यम् अस्ति। द्वारकोशिकासु यदा जलम् अन्तः गच्छति तदा तानि फुल्लन्ति तथा च रन्ध्राणां छिद्राणि उद्घटितानि भवन्ति। एतेन एव प्रकारेण यदा द्वारकोशिकाः सङ्कुचन्ति तदा छिद्राणि पिहितानि भवन्ति।



चित्रम्6.3 (a) उन्मेषितानि तथा च (b) निमेषितानि रन्ध्राणि



चित्रम्6.4 प्रायोगिक-व्यवस्था (a) दहातुः उदजारेयेण सह (b) दहातुः उदजारेयेण विना,

क्रियाकलापः 6.2

- प्रायः समान-आकारके कलगे उमौ द्वौ पादपौ स्वीकुर्वन्तु।
- दिनत्रयं यावत् तौ अन्धकारप्रकोष्ठे स्थापयन्तु।
- अधुना प्रत्येकं पादपं पृथक्-पृथक् काचपट्टिकायां स्थापयन्तु। एकस्य पादपस्य समीपे घटीकाचे दहातु-उदजारेयं स्थापयन्तु। दहातु-उदजारेयस्य उपयोगः अङ्गाराम्लवायोः अवशोषणाय क्रियते।
- 6.4 चित्रस्य अनुसारं द्वौ पादपौ पृथक्-पृथक् लताकलगेन आच्छादयन्तु।
- कलगस्य तलबन्धनाय काचपट्टिकायां वैसलीन योज्यते एतेन प्रयोगः वायुरोधी भवति।
- प्रायः घण्टाद्वयार्थं पादपान् सूर्यप्रकाशे स्थापयन्तु।
- प्रत्येकं पादपात् एकं पत्रं त्रोटयन्तु तथा च उपर्युक्तक्रियाकलापवत् तस्मिन् श्वेतसारस्य उपस्थितेः परीक्षणं कुर्वन्तु।
- किं द्वे पत्रे समानमात्रायां श्वेतसारस्य उपस्थितिं दर्शयतः?
- एतेन क्रियाकलापेन भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयन्ति ?

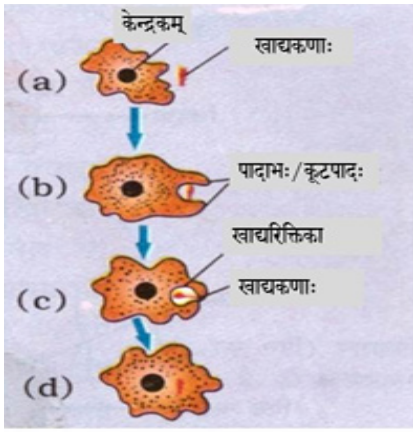
उपर्युक्तयोः द्वयोः क्रियाकलापयोः आधारेण किं वयम् एवं प्रयोक्तुं शक्नुमः येन प्रदर्शितं स्यात् यत् प्रकाशसंश्लेषणाय सूर्यप्रकाशस्य आवश्यकता भवति ?

अधुना पर्यन्तं वयम् एतत् चर्चितवन्तः यत् स्वपोषिणः स्वस्य ऊर्जायाः आवश्यकतायाः पूर्तिं कथं कुर्वन्ति। किन्तु तेभ्यः अपि स्वशरीरनिर्माणाय अन्येषाम् अपक्वसामग्रीणाम् आवश्यकता भवति। स्थलीयाः पादपाः प्रकाशसंश्लेषणाय आवश्यकस्य जलस्य पूर्तिं मूलद्वारा मृत्तिकायाम् उपस्थितस्य जलस्य अवशोषणेन कुर्वन्ति। भूयातिः भास्वरः, लौहः तथा च भ्राजातुसदृशाः अन्यपदार्थाः अपि मृत्तिकातः एव स्वीक्रियन्ते। भूयातिः किञ्चन आवश्यकं तत्त्वम् अस्ति यस्य उपयोगः प्रोभूजिनस्य तथा च अन्ययौगिकानां संश्लेषणे क्रियते। एतत् क्षेत्रीयं भूयीयस्य नाइट्राइट रूपेण स्वीक्रियते। एते तेषां कौकिलीयपदार्थरूपेण स्वीक्रियन्ते ये जीवाणुभिः वायुमण्डलीयभूयातिना निर्मीयन्ते।

6.2.2 विषमपोषि पोषणम्

प्रत्येकं जीवः स्वपर्यावरणाय अनुकूलितः अस्ति। भोजनस्य स्वरूपं तथा च उपलब्धतायाः आधारेण पोषणस्य विधिः विविधः भवितुं शक्नोति, एतत् अतिरिच्य एतत् जीवस्य भोजनग्रहणपद्धतीम् अपि आश्रयति। उदाहरणार्थम्, यदि भोजनस्रोतः अचलम् अस्ति (यथा तृणम्) अथवा गतिशीलं यथा हरिणः, द्विविधस्य अपि भोजनस्य अभिगमपद्धतिः भिन्ना भिन्ना अस्ति तथा गौः सिंहो वा कीदृशस्य पोषक-उपकरणस्य उपयोगं करोति। जीवैः भोजनग्रहणस्य तथा च तस्य उपयोगस्य अनेकाः युक्तयः सन्ति। केचन जीवाः भोज्यपदार्थानां विघटनं शरीरात् बहिरेव कुर्वन्ति तथा च तस्य अवशोषणं कुर्वन्ति। मधुरिका, अभिषवः तथा च छत्राकम् इत्यादिकवकाः एतस्य उदाहरणानि सन्ति । अन्ये जीवाः सम्पूर्णभोज्यपदार्थान् सङ्गृह्णन्ति तथा च तेषां पाचनं शरीरस्य अन्तः भवति। जीवेन कीदृशं भोजनं सङ्ग्रहणीयम् इति तस्य पाचनविधिं तथा च तस्य शरीरस्य अभिकल्पनां कार्यशैलीं च आश्रयति। तृणं, फलं, कीटः मीनः अथवा मृतशशकादिभोजकानां जन्तूनां भिन्नतायाः विषये भवन्तः किं चिन्तयन्ति? केचन अन्ये जीवाः पादपान् जन्तून् च अमारयित्वा ततः पोषणं प्राप्नुवन्ति। एषा

पोषणयुक्तिः अमरलता, यूका, कुणः, जलौका इत्यादिभिः बहुभिः जीवैः प्रयुक्ता भवति।



चित्रम् 6.5 अमीबासु पोषणम्

6.2.3 जीवाः स्वस्य पोषणं कथं कुर्वन्ति?

यतोहि भोजनं तथा च तस्य अन्तर्ग्रहणविधिः भिन्नः अस्ति, अतः विभिन्नजीवेषु पाचनतन्त्रम् अपि भिन्नम् अस्ति।

एककोशिकजीवेषु भोजनं सम्पूर्णतलात् स्वीक्रियते। किन्तु जीवस्य जटिलतायाः वृद्ध्या सह विभिन्नानि कार्यकारकाणि अङ्गानि विशिष्टानि भवन्ति। उदाहरणार्थम्, अमीबा-कोशिकीयात् तलात् अङ्गुलीसदृशस्य अस्थायिनः प्रवर्धकस्य साहाय्येन भोजनं सङ्गृह्णाति। एषः प्रवर्धः भोजनस्य कणान् आवृणोति तथा च सङ्गलितः भूत्वा खाद्यरिक्तिकां निर्माति (चित्रम् 6.5)।

खाद्यरिक्तिकायाः अन्तः जटिलपदार्थानां विघटनं सरलपदार्थेषु क्रियते तथा च ते कोशिकाद्रव्ये विसृष्टाः भवन्ति। शिष्टः अपक्वपदार्थः कोशिकायाः तलं प्रति गतिं करोति तथा च शरीरात् बहिः निष्कासितः भवति। पैरामीशियम अपि एककोशिकजीवः अस्ति, एतस्याः कोशिकायाः एकः निश्चितः आकारः भवति तथा च भोजनम् एकस्मात् विशिष्टस्थानात् एव गृह्यते। भोजनम् एतत् स्थानं प्रति पक्ष्याभस्य गतिद्वारा प्राप्नोति यः कोशिकायाः सम्पूर्णतलम् आच्छादितवान् भवति।

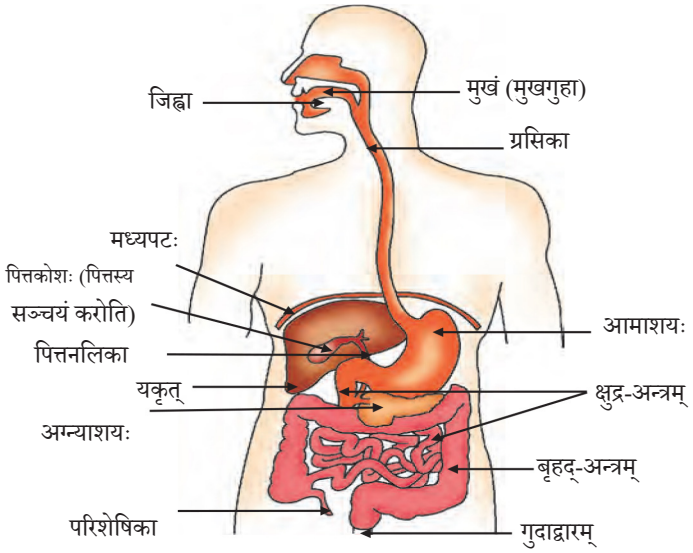
6.2.4 मनुष्ये पोषणम्

आहारनलिका मूलरूपेण मुखात् गुदापर्यन्तं विस्तृता काचित् दीर्घा नलिका अस्ति। 6.6 चित्रे वयम् एतस्याः नलिकायाः विभिन्नान् भागान् द्रष्टुं शक्नुमः। यत् भोजनम् अस्माकं शरीरे एकवारं प्रविशति तस्य किं भवति? वयम् अत्र एतस्य प्रक्रमस्य चर्चां कुर्मः।

क्रियाकलापः 6.3

- 1 ml श्वेतसारस्य मिश्रणं (1%) A तथा च B परीक्षणनलिकाद्वये स्वीकुर्वन्तु।
- 'A' परीक्षणनलिकायां 1 ml लालां स्थापयन्तु तथा च परीक्षणनलिकाद्वयं 20-30 निमेषपर्यन्तं शान्तं त्यजन्तु।
- अधुना प्रत्येकं परीक्षणनलिकायाम् जम्बुकीमिश्रणस्य कांश्चित् बिन्दून् स्थापयन्तु।
- भवता कस्यां परीक्षणनलिकायां वर्णे परिवर्तनं दृश्यते?
- परीक्षणनलिकाद्वये श्वेतसारस्य उपस्थितिविषये एतत् किं सूचयति?
- एतत् लालायाः श्वेतसारे क्रियायाः विषये किं दर्शयति?

वयं विभिन्नानि भोज्यानि खादामः यानि तया एव भोजननलिकया गच्छन्ति। स्वाभाविकरूपेण भोजनं केनचित् प्रक्रमेण गच्छति येन तत् तादृशेषु एव लघु-लघुकणेषु परिवर्तते। एतत् वयं दन्तैः चर्वित्वा पूरयामः।यतोहि आहारस्य आस्तरः बहु कोमलः भवति, अतः भोजनम् आर्द्रीक्रियते येन एतस्य मार्गः सरलः भवेत्।यदा वयं स्व-इष्टानुसारं कमपि पदार्थं खादामः तदा



चित्रम् 6.6 मानवपाचनतन्त्रम्

अस्माकं मुखे जलम् आगच्छति। एतत् वस्तुतः केवलं जलं नास्ति, एतत् लालाग्रन्थितः निर्गच्छन् कश्चित् रसः अस्ति यः **लालारसः** अथवा **लाला** कथ्यते। यत् भोजनं वयं खादामः तस्य अपरः उपकाशः, तस्य जटिलरचना अस्ति। यदि एतस्य अवशोषणम् आहारनलिकया करणीयं तर्हि एतत् लघुषु अणुषु खण्डनीयं भविष्यति। एतत् कार्यं जैवप्रक्रमैः

क्रियते यत् वयं **किण्वकं** कथयामः। लालायाम् अपि एकं किण्वकं भवति यत् लाला एमिलेस कथ्यते, एषः श्वेतसारः जटिलान् अणून् शर्करायां खण्डितान् करोति। भोजनस्य चर्वणसमये पेशीयजिह्वा भोजनं लालया सह पूर्णतया मेलयति।

आहारनलिकायाः प्रत्येकं भागे भोजनस्य नियमितगतिः तस्य सम्यक् प्रक्रमणस्य कृते आवश्यकम् अस्ति। एषा क्रमाकुञ्चकगतिः सम्पूर्णभोजननलिकायां भवति।

मुखात् आमाशयपर्यन्तं भोजनं ग्रसिकया अथवा भोजननलिकया नीयते। आमाशयः कश्चन बृहत् अवयवः अस्ति यः भोजनस्य आगमनेन प्रसरति। आमाशयस्य पेशीयभित्तिः भोजनस्य अन्यैः पाचकरसैः सह मिश्रणे सहायिका भवति।

एतत् पाचनकार्यम् आमाशयस्य भित्तौ उपस्थितजठरग्रन्थिद्वारा सम्पन्नं भवति। एते हाइड्रोक्लोरिकाम्लान् , प्रोभूजिनं, पाचककिण्वकं, पाचकरसं तथा च श्लेष्मां स्रावयन्ति। हाइड्रोक्लोरिकाम्लः किञ्चन अम्लीयमाध्यमं सज्जीकरोति यत् पाचकरसकिण्वकस्य क्रियायां सहायकं भवति। भवतां विचारे अम्लः इतोऽपि किं कार्यं करोति? सामान्यपरिस्थितिषु श्लेष्मा आमाशयस्य आन्तरिकस्य आस्तरस्य अम्लात् रक्षणं करोति। वयं बहुधा वयस्कान् अम्लतायाः परिदेवनं कुर्वतः श्रुतवन्तः। किम् एतस्य सम्बन्धः उपरि वर्णितेन विषयेण सह तु नास्ति?

आमाशयात् भोजनम् अधुना क्षुद्रान्त्रेषु प्रविशति। एतत् अवरोधिपेशीद्वारा नियन्त्रितं भवति। क्षुद्रान्त्रम् आहारनलिकायाः सर्वस्मात् दीर्घः भागः अस्ति, अत्यधिकं कुण्डलितकारणेन एतत् संहतस्थाने अवस्थितं भवति। विभिन्नेषु जन्तुषु क्षुद्रान्त्रस्य दीर्घता तेषां भोजनानुसारं भिन्नं भिन्नं भवति। तृणभोजकानां शाकाहारिणां कोशाध्वेदस्य पचनाय दीर्घक्षुद्रान्त्रस्य आवश्यकता भवति। मांसस्य पाचनं सरलम् अस्ति अतः व्याघ्रादीनां मांसाहारिणां क्षुद्रान्त्राणि लघूनि भवन्ति।

क्षुद्रान्त्राणि कार्बोहाइड्रेट प्रोभूजिनस्य तथा च वसायाः पूर्णं पाचनस्थलम् अस्ति। एतस्य कार्यस्य कृते एतत् यकृतः तथा च अग्न्याशयात् स्रावणं प्राप्नोति। आमाशयात् आगामि भोजनम् अम्लीयम् अस्ति तथा च अग्न्याशयिककिण्वकानां क्रियायाः कृते तत् क्षारीयं क्रियते।

यकृतः स्रावितः पित्तरसः एतत् कार्यं करोति, एतत् कार्यं वसायां क्रियायाः अतिरिक्तम् अस्ति। क्षुद्रान्त्रेषु वसा बृहत्-गुलिकारूपेण भवति येन तस्मिन् किण्वकस्य कार्यं कठिनं

भवति । पित्तलवणं तानि लघुगुलिकासु खण्डयति येन किण्वकस्य क्रियाशीलता वर्धते। एतत् फेनकमले रासायनिकपायसम् इव एव अस्ति यस्य विषये वयं चतुर्थे अध्याये पठितवन्तः। अग्न्याशयः अग्न्याशयिकस्य रसस्य स्रावणं करोति यस्मिन् प्रोभूजिनस्य पाचनाय ट्रिप्सिनकिण्वकं भवति तथा च रासायनिकीकृतायाः वसायाः पाचनाय लाइपेजकिण्वकं भवति। क्षुद्रान्त्रस्य भित्तिषु ग्रन्थयः भवन्ति याः आन्त्ररसं स्रावयन्ति। एतस्मिन् उपस्थितं किण्वकम् अन्ते प्रोभूजिनम् अमीनो अम्ले , जटिलं कार्बोहाइड्रेट द्राक्षशर्करायां, तथा च वसां वसाम्ले अपि च ग्लिसरॉलमध्ये परिवर्तयति।

पक्वभोजनम् आन्त्रभित्तिम् अवशोषयति। क्षुद्रान्त्रस्य आन्तरिके आस्तरे अनेके अङ्गुलीसदृशाः प्रवर्धकाः भवन्ति यानि दीर्घरोमाणि कथ्यन्ते एतानि अवशोषणस्य तलक्षेत्रफलं वर्धयन्ति। दीर्घरोमसु रुधिरवाहिकानां प्रचुरता भवति यत् भोजनम् अवशोष्य शरीरस्य प्रत्येकं कोशिकापर्यन्तं प्रापयति। अत्र एतस्य उपयोगः ऊर्जां प्राप्तुं, नूतनानाम् ऊतकानां निर्माणं तथा च पुरातनानाम् ऊतकानां समीकरणे भवति।

अजीर्णं भोजनं बृहदन्त्रेषु प्रेष्यते यत्र अधिकसङ्ख्याकानि दीर्घरोमाणि एतस्मात् पदार्थात् जलम् अवशोषयन्ति। अन्यपदार्थाः गुदाद्वारा बहिः प्रेष्यन्ते। एतस्य वर्ज्यपदार्थस्य बहिः क्षेपणं गुदा अवरोधिनीद्वारा नियन्त्रितं क्रियते।

एतदपि जानन्तु

दन्तक्षरणम्

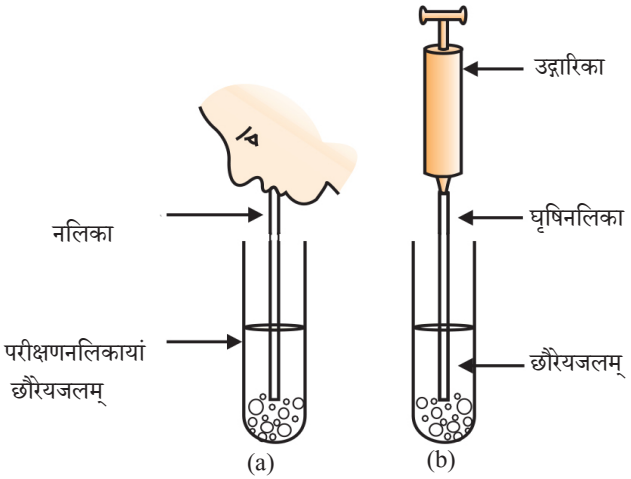
दन्तक्षरणम् अथवा दन्तक्षयः दन्तवल्कस्य तथा च दन्तधातोः शनैः-शनैः मृदुकरणस्य कारणेन भवति। एतस्य प्रारम्भः भवति यदा जीवाणवः शर्करायां कार्यं कृत्वा अम्लं निर्मान्ति। तदा दन्तवल्कः मृदुः अथवा बिखनिजीकृतः भवति। अनेके जीवाणवः कोशिकाखाद्यकणैः सह मिलित्वा दन्तेषु संश्लिष्य दन्तपटलं निर्मान्ति। पटलं दन्तान् आच्छादयति अतः लाला अम्लम् उदासीनं कर्तुं दन्ततलपर्यन्तं न प्राप्नोति। एतस्मात् पूर्वं यत् जीवाणवः अम्लम् उत्पादयेयुः येन भोजनान्तरं दन्तेषु दन्तकूर्चकरणेन पटलम् अपसर्तुं शक्नोति। यदि अनुपचारितः भवति तर्हि सूक्ष्मजीवाः मज्जायां प्रवेष्टुं शक्नुवन्ति तथा च विदाहम् अथवा सङ्क्रमणं कर्तुं शक्नुवन्ति।

प्रश्नाः

1. स्वयंपोषिपोषणे तथा च विषमपोषिपोषणे का भिन्नता अस्ति?
2. प्रकाशसंश्लेषणाय आवश्यकीम् अपक्वसामग्रीं पादपः कुतः प्राप्नोति?
3. अस्माकम् आमाशये अम्लस्य का भूमिका अस्ति?
4. पाचककिण्वकानां किं कार्यम् अस्ति?
5. पक्वभोजनम् अवशोषयितुं क्षुद्रान्त्राणि कथम् अभिकल्पितानि सन्ति?

क्रियाकलापः 6.4

- एकस्यां परीक्षणनलिकायां प्रत्यग्रं सज्जीकृतं छौरेयजलं स्वीकुर्वन्तु।
- एतस्मिन् छौरेयजले निःश्वासेन निःसृतवायुं प्रवेशयतु (6.7 चित्रे (a)।
- टिप्पणीं लिखन्तु यत् छौरेयजलं दुग्धवत् भवितुं कियत्कालम् अपेक्षते।
- एकया उद्गारिकया अपरस्यां परीक्षणनलिकायां प्रत्यग्रं छौरेयजलं स्वीकृत्य वायुं प्रवाहयन्तु 6.7 चित्रे (b)।
- टिप्पणीं लिखन्तु यत् अधुना छौरेयजलाय दुग्धवत् भवितुं कियान् समयः अपेक्षितः भवति।
- निःश्वासेन निःसृतवायौ अङ्गाराम्लवायोः मात्राविषये एतत् अस्मान् दर्शयति।



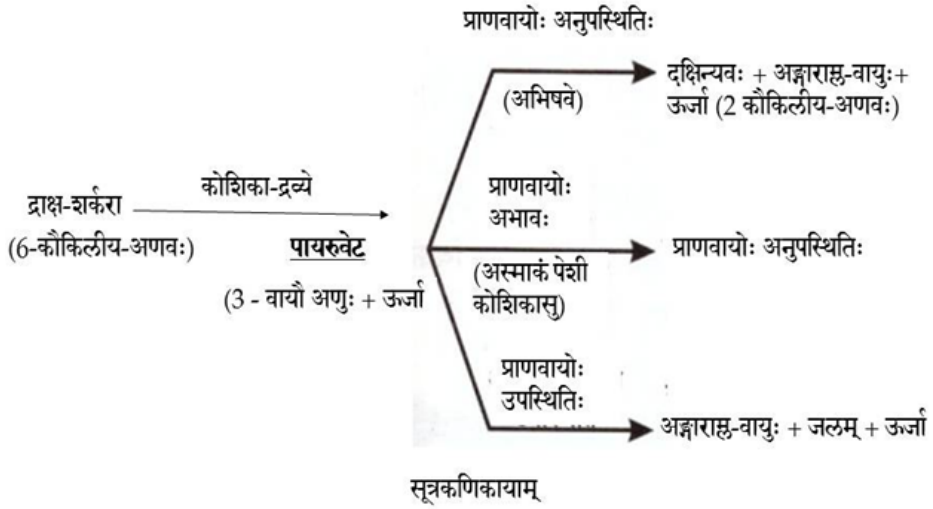
चित्रम् 6.7
(a) छौरेयजले निःश्वासद्वारा वायुः प्रवाहितः भवति
(b) छौरेयजले वायुः उद्गारिकाद्वारा प्रवाहितः भवति।

क्रियाकलापः 6.5

- कस्यचित् फलरसस्य अथवा शर्करायाः मिश्रणं स्वीकृत्य तस्मिन् किञ्चित् अभिषवं स्थापयन्तु। सच्छिद्रपिधानयुक्तायां परीक्षणनलिकायाम् एतत् मिश्रणं नयन्तु।
- पिधाने अभिनतकाचस्य नलिकां योजयन्तु। काचनलिकायाः स्वतन्त्रभागं प्रत्यग्रं सज्जीकृतस्य छौरेयस्य जलयुक्तया परीक्षणनलिकया नयन्तु।
- छौरेयजले जायमानानि परिवर्तनानि तथा च एतस्मिन् परिवर्तने उपयुज्यमानस्य समयस्य अवलोकनं टिप्पण्यां लिखन्तु।
- किण्वनस्य उत्पादविषये एतत् अस्मान् किं दर्शयति?

गते अनुभागे वयं जीवेषु पोषणविषयस्य उपरि चर्चां कृतवन्तः। ये खाद्यपदार्थाः अन्तर्ग्रहणपोषणप्रक्रमे स्वीकृताः भवन्ति कोशिकाः तेषाम् उपयोगं विभिन्नजैवप्रक्रमणां कृते ऊर्जां प्रदातुं कुर्वन्ति। विविधजीवाः एतत् विभिन्नविधिद्वारा कुर्वन्ति - केचन जीवाः प्राणवायोः उपभोगं, द्राक्षशर्करां पूर्णतः अङ्गालाम्लवायौ तथा च जले विखण्डनाय कुर्वन्ति यद्यपि केचन अन्यजीवाः अपरमार्गस्य उपयोगं कुर्वन्ति यस्मिन् प्राणवायुः न प्रयुज्यते (6.8 चित्रम्)। एतासु सर्वासु अवस्थासु प्रथमं चरणं द्राक्षशर्करा, एकं षट्कौकिलीयाणूनां त्रिकौकिलीयाणूनां पायरुवेट-मध्ये विखण्डनम् अस्ति। एषः प्रक्रमः कोशिकाद्रव्ये भवति। एतत् अनन्तरं पायरुवेट दक्षिन्यवे अङ्गाराम्लवायौ परिवर्तितुं शक्नोति। एषः प्रक्रमः किण्वनस्य समये अभिषवे भवति। यतोहि एषः प्रक्रमः वायोः (प्राणवायोः) अनुपस्थितौ भवति, एतत् अवायवीयश्वसनं कथ्यते। पायरुवाट इत्यस्य विखण्डनं प्राणवायोः उपयोगं कृत्वा सूत्रकणिकायां भवति। एषः प्रक्रमः त्रीन् कौकिलीयान् पायरुवेट-अणून् विखण्ड्य त्रीन् अङ्गाराम्लवायोः अणून् ददाति। अपरः उत्पादः जलम् अस्ति। यतोहि एषः प्रक्रमः वायोः (प्राणवायोः) उपस्थितौ भवति, एतत् वायवीयश्वसनं कथ्यते। वायवीयश्वसने ऊर्जायाः मोचनम् अवायवीयश्वसनस्य अपेक्षया बहु अधिकं भवति। कदाचित् यदा

अस्माकं पेशीकोशिकासु प्राणवायोः अभावः भवति तदा पायरुवेट इत्यस्य विखण्डनाय अपरः मार्गः स्वीक्रियते, अत्र पायरुवेट एकः अन्यः त्रिकौकिलीयाणुः दुग्धाम्ले परिवर्तितः भवति। अकस्मात् कस्याश्चित् क्रियायाः कारणेन अस्माकं पेशीषु दुग्धाम्लस्य निर्माणम् आन्त्रशूलस्य कारणं भवितुं शक्नोति।



चित्रम् 6.8 भिन्नमार्गैः द्राक्ष-शर्करायाः विखण्डनम्

कोशिकीयश्वसनद्वारा त्यक्ता ऊर्जा तत्कालमेव ए.टी.पी. (ATP) नाम्नाम् अणूनां संश्लेषणे प्रयुज्यते यः कोशिकानाम् अन्यक्रियार्थम् ईन्धनवत् प्रयुज्यते। ए.टी.पी. इत्यस्य विखण्डनेन कयाचित् निश्चितमात्रया ऊर्जा त्यज्यते या कोशिकानाम् अन्तः जायमानानाम् आन्तरोष्मि (endothermic)क्रियाणां परिचालनं करोति।

एतदपि जानन्तु

एतदपि जानन्तु?

ए.टी.पी.

अधिकांशकोशिकीयप्रक्रमाणां कृते ए.टी.पी ऊर्जा मुद्रा अस्ति। श्वसनप्रक्रमे त्यक्तायाः ऊर्जायाः उपयोगः ए.डी. पी.(ADP) तथा च अजैविकभास्वीयलवणेन ए.टी.पी. अणुनिर्माणे क्रियते।

$$ADP + P \xrightarrow{\text{ऊर्जा}} ADP\text{-}P = ATP$$

P: भास्वीयलवणम्

आन्तरोष्मिप्रक्रमाः कोशिकानाम् अन्तः तदा ए.टी.पी. इत्यस्य एव उपयोगं क्रियाणां परिचालने कुर्वन्ति। जलस्य उपयोगात् परम् ए.टी.पी. मध्ये यदा अन्तस्था भास्वीयलवण-सहलग्नता खण्डिता भवति तदा 30.5 kJ/mol इत्यस्य तुल्या ऊर्जा मोचिता भवति ।

चिन्तयन्तु कथम् एकः विद्युत्कोशः विविध-उपयोगाय ऊर्जां प्रददाति। एषा यान्त्रिकी ऊर्जा, प्रकाश-ऊर्जा तथा च विद्युत्-ऊर्जा एवं प्रकारेण अन्यस्य कृते उपयोगे आनीयते। एतेन एव प्रकारेण कोशिकासु ए.टी.पी. इत्यस्य उपयोगः पेशीनां सङ्कोचाय, प्रोभूजिनस्य सश्लेषणाय, तन्त्रिकावेगस्य सञ्चरणाय इत्यादि अनेकक्रियाणां कृते कर्तुं शक्यते।

यतोहि वायवीयश्वसनमार्गः प्राणवायोः उपरि निर्भरं करोति,अतः वायवीयजीवैः एतस्य सुनिश्चयस्य आवश्यकता

अस्ति यत् पर्याप्तमात्रायां प्राणवायुः गृह्यते। अस्माभिः दृष्टं यत् पादपाः वातानाम् आदानप्रदानं रन्ध्रद्वारा कुर्वन्ति अन्तर्कोशिकीयः अवकाशः एतत् सुनिश्चितं करोति यत् सर्वाः कोशिकाः वायोः सम्पर्के भवन्ति। अत्र अङ्गाराम्लवायोः तथा च प्राणवायोः आदानप्रदानं विस्तरेण भवति। एतानि कोशिकासु अथवा तस्मात् दूरे बहिः वायौ गन्तुं शक्नुवन्ति। विसरणस्य दिक् पर्यावरणीय-अवस्थानां पादपानां च आवश्यकतायाः उपरि निर्भरं करोति। रात्रौ, यदा कापि प्रकाशसंश्लेषणक्रिया न भवति तदा अङ्गाराम्लवायोः निष्कासनम् एव मुख्या आदानप्रदानक्रिया अस्ति। दिवसे, श्वसनसमये निःसृतं CO_2 प्रकाशसंश्लेषणे प्रयुज्यते अतः कोऽपि CO_2 न निस्सरति। अधुना प्राणवायोः निर्गमनं मुख्या घटना अस्ति।

जन्तुषु पर्यावरणात् प्राणवायोः स्वीकरणं तथा च उत्पादितात् अङ्गाराम्लवायोः मुक्तिं प्राप्तुं विभिन्नानि अङ्गानि विकसितानि। स्थलीयजन्तवः वायुमण्डलीयं प्राणवायुं स्वीकुर्वन्ति, किन्तु ये जन्तवः जले निवसन्ति, तेषां कृते जले विलेयस्य प्राणवायोः एव उपयोगस्य आवश्यकता अस्ति।

क्रियाकलापः 6.6

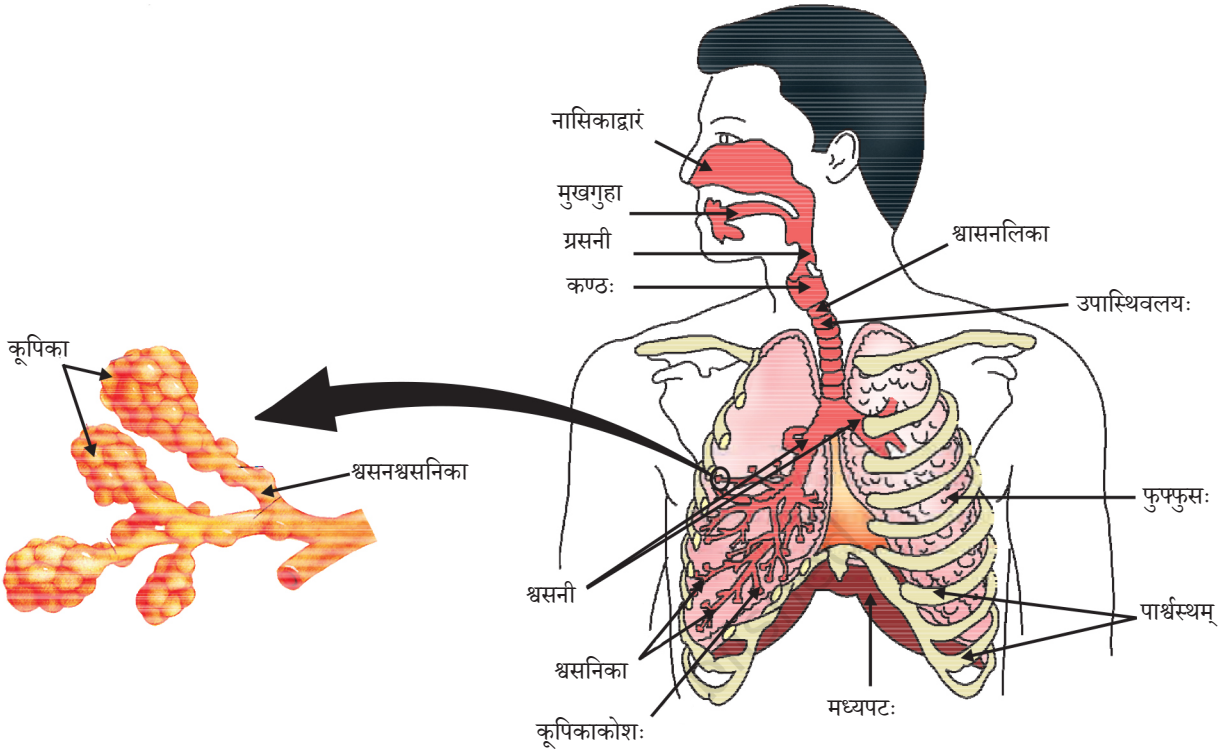
- एकस्यां जलशालायां मीनस्य अवलोकनं कुर्वन्तु। ते स्वमुखम् उद्घाटयन्ति निमीलयन्ति तथा च सह एव नेत्रस्य पृष्ठतः प्रच्छदाः (अथवा क्लोमछिद्राणाम् आच्छादकप्रच्छदाः) अपि उद्घटिताः भवन्ति तथा च निमीलिताः भवन्ति। किं मुखस्य तथा च क्लोमछिद्राणां उद्घाटन-निमीलनस्य समये कोऽपि समन्वयः अस्ति?
- गणयन्तु यत् मीनः एकस्मिन् क्षणे कतिवारं मुखम् उद्घाटयति तथा च निमीलयति।
- एतस्य तुलनां भवन्तः एकस्मिन् क्षणे स्वश्वासम् अन्तः बहिः करणेन कुर्वन्तु।

ये जीवाः जले निवसन्ति ते जले विलेयस्य प्राणवायोः उपयोगं कुर्वन्ति। यतोहि जले विलेयस्य प्राणवायोः मात्रा वायौ प्राणवायोः मात्रायाः तुलनायां बहु न्यूना अस्ति, अतः जलीयजीवानां श्वासानुपातः स्थलीयजीवानाम् अपेक्षया द्रुतः भवति। मीनः स्वमुखेन जलं स्वीकरोति तथा च बलपूर्वकम् एतत् क्लोमपर्यन्तं प्रापयति यत्र विलेयप्राणवायुः रुधिरं स्वीकरोति।

स्थलीयजीवाः श्वासोच्छ्वासाय वायुमण्डलस्य प्राणवायोः उपयोगं कुर्वन्ति। विभिन्नजीवेषु एषः प्राणवायुः भिन्नैः भिन्नैः अङ्गैः अवशोषयति। एतेषु सर्वेषु अङ्गेषु काचित् रचना भवति या तत् तलीयं क्षेत्रफलं वर्धयति यत् प्राणवायुबाहुल्यस्य वायुमण्डलस्य सम्पर्के भवति।

यतोहि प्राणवायोः अथवा अङ्गाराम्लवायोः विनिमयः एतस्य तलस्य पारं भवति, अतः एतत् तलं बहुकृशं तथा च मृदु भवति। एतस्य तलस्य रक्षणोद्देश्येन एतत् शरीरस्य अन्तः अवस्थितं भवति अतः एतस्मिन् क्षेत्रे वायोः आगमनाय कश्चन मार्गः भवेत्। एतत् अतिरिच्य यत्र प्राणवायुः अवशुष्यति, तस्मिन् क्षेत्रे वायोः अन्तः बहिः भवितुं कश्चन क्रियाविधिः भवति।

मनुष्ये (6.9 चित्रे), वायुः शरीरस्य अन्तः नासिकाद्वारेण गच्छति। नासिकाद्वारेण गामी वायुः मार्गे उपस्थितैः सूक्ष्मकेशैः निस्पन्दितः भवति येन शरीरे गामी वायुः धूलीतः तथा च अपर-अशुद्धितः मुक्तः भवति। एतस्मिन् मार्गे श्लेष्मायाः स्तरः भवति यः एतस्मिन् प्रक्रमे सहायकः भवति। इतः वायुः कण्ठेन फुफ्फुसेषु प्रवाहितः भवति। कण्ठे उपास्थिवलयाः उपस्थिताः भवन्ति। एतत् सुनिश्चितं करोति यत् वायुः मार्गे निपतितः न स्यात्।



चित्रम् 6.9 मानवश्वसनतन्त्रम्

फुफ्फुसस्य अन्तः मार्गः लघ्वीषु तथा च लघुनलिकासु विभज्यते यः अन्ते वागोलसदृशरचनायां समापितः भवति यः कूपिका कथ्यते। कूपिका किञ्चन तलं कल्पयति येन वातानां विनिमयः भवितुं शक्नोति। कूपिकानां भित्तिषु रुधिरवाहिकानां विस्तृतं जालं भवति। यथा वयं प्रारम्भिकवर्षेषु दृष्टवन्तः, यदा वयं श्वासं स्वीकुर्मः तदा अस्माकं पार्श्वास्थीनि उपरि उत्तिष्ठन्ति तथा च अस्माकं शरीरमध्यदेशः चिपिटीभवति, एतस्य परिणामस्वरूपेण वक्षगुहिका बृहत् भवति। एतेन कारणेन वायुः फुफ्फुसस्य अन्तः चूषितः भवति तथा च विस्तृतकूपिकाः पूरयति। रुधिरं शिष्टशरीरात् अङ्गाराम्लवायुं कूपिकासु त्यक्तुम् आनयति। कूपिका रुधिरवाहिकायाः रुधिरकूपिकावायुतः प्राणवायुं स्वीकृत्य शरीरस्य सर्वाः कोशिकाः प्रापयति। श्वासचक्रस्य समये यदा वायुः अन्तः तथा च बहिः भवति फुफ्फुसः सदैव वायोः अवशिष्टानि आयतनानि स्थापयति येन प्राणवायोः तथा च अङ्गाराम्लवायोः त्यागाय पर्याप्तः समयः उपलभ्यते।

यथा-यथा जन्तूनां शरीरस्य आकारः वर्धते, एकाकि विसरणपीडनं शरीरस्य सर्वेषु अङ्गेषु प्राणवायुं प्रापयितुम् अपर्याप्तः अस्ति, तस्य दक्षता न्यूना भवति। फुफ्फसस्य वायुतः

श्वसनवर्णकः प्राणवायुं स्वीकृत्य, तान् ऊतकान् यावत् प्रापयति येषु प्राणवायोः न्यूनता अस्ति। मानवे श्वसनवर्णकः रुधिरवर्णिका अस्ति या प्राणवायोः कृते उच्चबन्धुतां स्थापयति। एषः वर्णकः रक्तरुधिरकणिकासु उपस्थितः भवति। अङ्गाराम्लवायुः जले अधिकविलेयः अस्ति अतः एतस्य परिवहनम् अस्माकं रुधिरे विलेयावस्थायां भवति।

किं भवन्तः जानन्ति

- यदि कूपिकानां तलं विस्तार्यते तर्हि एतत् प्रायः 80 वर्ग-मीटरक्षेत्रम् आच्छादयिष्यति। किं भवन्तः अनुमानं कर्तुं शक्नुवन्ति यत् भवतां स्वशरीरस्य तलक्षेत्रफलं कियत् भविष्यति? विचारं कुर्वन्तु यत् विनिमयार्थं विस्तृततलस्य उपलब्ध्या वातानां विनिमयः कियान् दक्षः भवति।
- यदि अस्माकं शरीरे विस्तरेण प्राणवायुः गतिं करोति तर्हि अस्माकं फुफ्फुसात् प्राणवायोः एकम् अणुं पादाङ्गुष्ठं यावत् प्रापयितुं त्रीणि वर्षाणि अपेक्ष्यते। किं भवतां प्रसन्नता न अभवत् यत् अस्माकं समीपे रुधिरवर्णिका अस्ति।

प्रश्नाः

1. श्वसनार्थं प्राणवायुं प्राप्तुं कस्यचित् जलीयजीवस्य अपेक्षया स्थलीयजीवः केन प्रकारेण लाभप्रदः अस्ति?
2. द्राक्षशर्करायाः प्रजारणेन भिन्नजीवेषु ऊर्जाप्राप्तेः विभिन्नाः मार्गाः के सन्ति?
3. मनुष्येषु प्राणवायोः तथा च अङ्गाराम्लवायोः परिवहनं कथं भवति?
4. वातानां विनिमयार्थं मानवफुफ्फुसे अधिकतमं क्षेत्रफलं कथम् अभिकल्पितम् अस्ति?

6.4 वहनम्

6.4.1 मानवे वहनम्

क्रियाकलापः 6.7

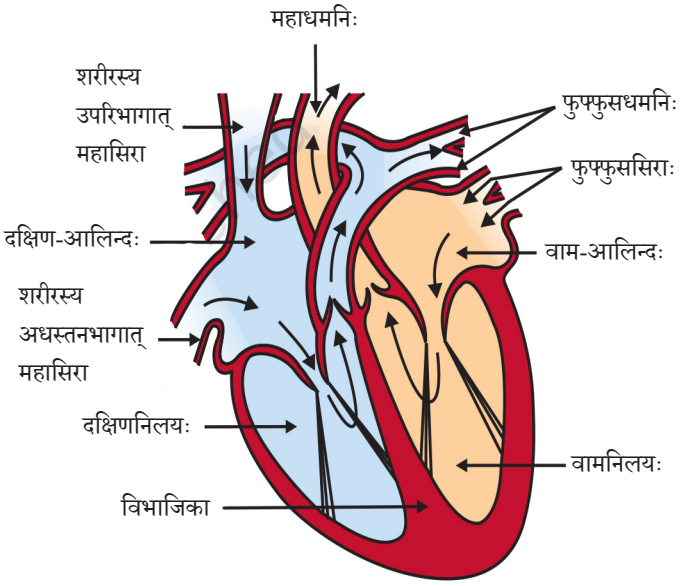
- स्वं परितः विद्यमानस्य कस्यचित् स्वास्थ्यकेन्द्रस्य भ्रमणं कुर्वन्तु तथा च परिजानन्तु यत् मनुष्येषु रुधिरवर्णिकायाः मात्रायाः सामान्या मर्यादा का अस्ति?
- किम् एतत् बालकानां तथा च वयस्कानां कृते समानम् अस्ति?
- किं पुरुषाणां तथा च महिलानां रुधिरवर्णिकास्तरे कापि भिन्नता अस्ति?
- स्वं परितः विद्यमानस्य कस्यचित् पशुचिकित्सालयस्य भ्रमणं कुर्वन्तु। परिजानन्तु यत् पशुषु , यथा महिषे अथवा गवि रुधिरवर्णिकामात्रायाः सामान्या मर्यादा कास्ति?
- किम् एषा मात्रा वत्सेषु , नरेषु तथा च स्त्रीजन्तुषु समाना अस्ति?
- नरेषु तथा च स्त्रीमानवेषु अथवा जन्तुषु दृश्यमानायाः भिन्नतायाः तुलनां कुर्वन्तु।
- यदि कापि भिन्नता अस्ति तर्हि तां कथम् अवबोधयिष्यन्ति?

गतेषु अनुभागेषु वयं दृष्टवन्तः यत् रुधिरं भोजनस्य, प्राणवायोः तथा च वर्ज्यपदार्थानाम् अस्माकं शरीरे वहनं करोति।

नवमकक्ष्यायां वयं शिक्षितवन्तः आस्म यत् रुधिरं किञ्चन तरलसंयोजि ऊतकम् अस्ति। रुधिरे किञ्चन तरलं माध्यमं भवति यत् प्लाविका कथ्यते, एतस्यां कोशिकाः निलम्बिताः भवन्ति। प्लाविका भोजनस्य, अङ्गाराम्लवायोः तथा च भूयातिवर्ज्यपदार्थानां विलीनरूपेण वहनं करोति। प्राणवायुं रक्तरुधिरकोशिकाः नयन्ति। बहवः अन्ये पदार्थाः यथा लवणस्य अपि वहनं रुधिरेण क्रियते। अतः अस्माकं कृते एकस्य जलयन्त्रस्य आवश्यकता अस्ति यत् रुधिरम् अङ्गानि परितः प्रणुदेत्, नलिकानां कृते एकस्य परिपथस्य आवश्यकता अस्ति यः रुधिरम् ऊतकपर्यन्तं प्रेषयितुं शक्नुयात् तथा च एकस्य तन्त्रस्य एतत् अपि सुश्चिचितं कुर्यात् यत् एतस्मिन् परिपथे यदि कदाचित् त्रोटनं स्फोटनं वा भवति तर्हि तस्य समीकरणं भवितुं शक्नुयात्।

अस्माकं वातपूरः हृदयम्

हृदयं किञ्चन गूढशिराङ्गम् अस्ति यत् अस्माकं मुष्टिकायाः आकारवत् भवति (6.10 चित्रम्)। यतोहि रुधिरेण प्राणवायुः तथा च अङ्गाराम्लवायुः द्वयोः अपि वहनं करणीयं भवति अतः प्राणवायुः प्रचुरं रुधिरं अङ्गाराम्लवायुयुक्तेन रुधरेण मेलनं स्थगयितुं हृदयं केषुचित् कोष्ठकेषु वितीर्णं भवति। अङ्गाराम्लवायुः प्रचुरेण रुधिरेण अङ्गाराम्लवायुं त्यक्तुं फुफ्फुसे गन्तव्यं भवति तथा च फुफ्फुसात् पुनः प्राणवायुसहितं रुधिरं हृदये आनेतव्यं भवति। एषः प्राणवायुः प्रचुरं रुधिरं तदा शरीरस्य शिष्टभागेषु उदञ्चितं करोति। वयम् एतं प्रक्रमं विभिन्नेषु चरणेषु अवगन्तुं शक्नुमः (6.11 चित्रम्)



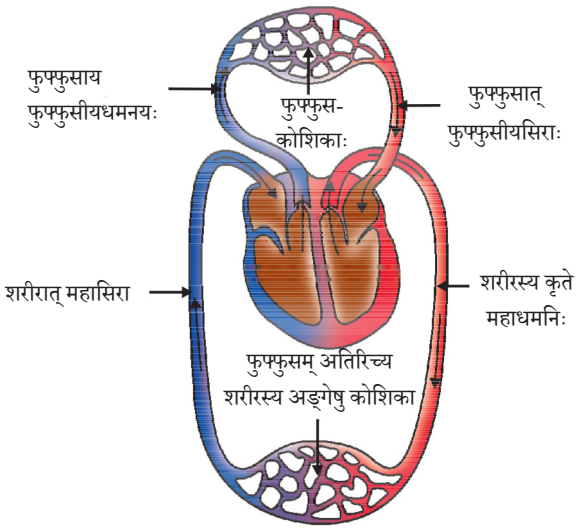
चित्रम् 6.10 मानवहृदयस्य अनुविभागदृश्यम्

प्राणवायुः प्रचुररुधिरफुफ्फुसात् हृदये दक्षिणतः स्थिते कोष्ठे वामालिन्दे आगच्छति। एतत् रुधिरम् एकत्र करणसमये वामालिन्दः शिथिलः भवति। यदा अग्रिमकोष्ठः, वामनिलयः प्रसृतः भवति तदा एतत् सङ्कुचितं भवति येन रुधिरम् एतस्मिन् स्थानान्तरितं भवति। स्वस्य क्रमे यदा पेशीयः वामनिलयः सङ्कुचितः भवति तदा रुधिरं शरीरे उदञ्चितं भवति। उपरितनः दक्षिणकोष्ठः, दक्षिणालिन्दः यदा विस्तृतः भवति तदा शरीरात् प्राणवायुरहितं रुधिरम् एतस्मिन् आगच्छति। यदा दक्षिणालिन्दः सङ्कुचितः भवति, तदा एव सङ्गतकोष्ठः, दक्षिणनिलयः विस्तृतः भवति। एतत् रुधिरं दक्षिणनिलये स्थानान्तरितं करोति यः रुधिरं प्राणवायुयुक्तं कर्तुं स्वक्रमे फुफ्फुसे उदञ्चितं करोति। अलिन्दस्य अपेक्षया निलयस्य भित्तिः स्थूला भवति यतोहि निलयेन सम्पूर्णे शरीरे रुधिरं प्रेषणीयं भवति। यदा अलिन्दाः अथवा निलयाः सङ्कुचिताः भवन्ति तदा वलकः विपरीतदिशि रुधिरप्रवाहस्य वारणं सुनिश्चितं करोति।

फुफ्फुसे प्राणवायुः रुधिरे प्रविशति।

हृदयस्य दक्षिणः तथा च वामः विभागः प्राणवायुयुक्तस्य तथा च प्राणवायुरहित-रुधिरस्य मेलनात् वारणे लाभदायकः भवति।

एतादृशः विभागः शरीराय उच्चदक्षतापूर्णं प्राणवायुं प्रददाति। पक्षिसदृशाः तथा च स्तनधारि-सदृशाः जन्तवः येषां कृते उच्च-



चित्रम् 6.11

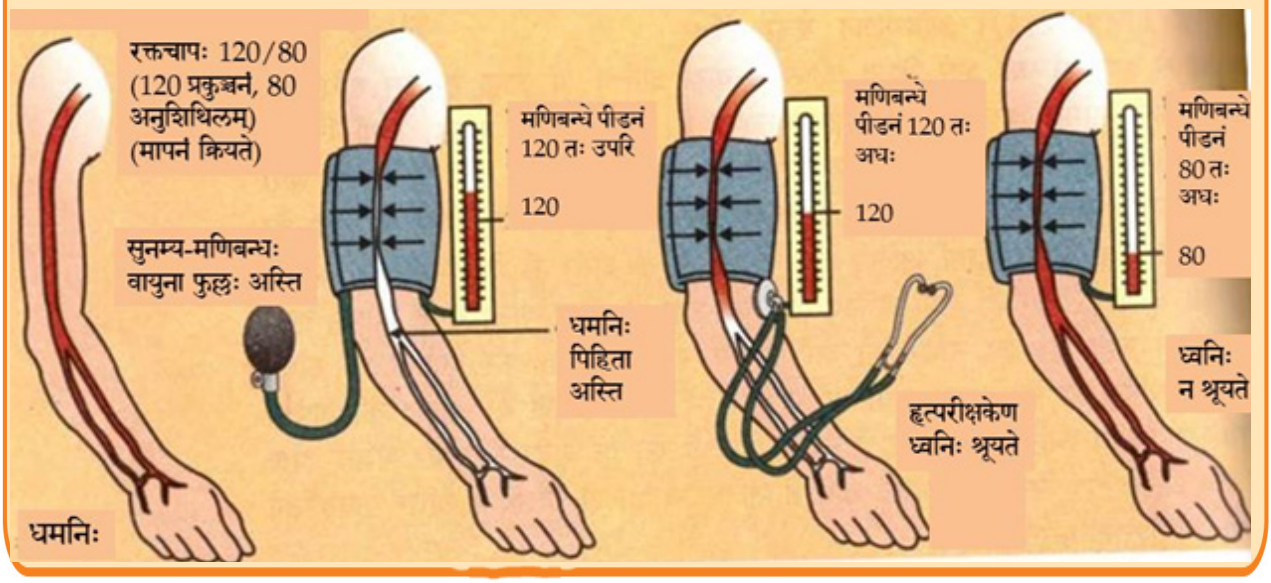
प्राणवायोः तथा च अङ्गाराम्लवायोः परिवहनस्य तथा च विनिमयस्य व्यवस्थात्मकं निरूपणम्

ऊर्जायाः आवश्यकता भवति तेषां कृते एषः बहुलाभदायकः अस्ति यतोहि एतेभ्यः स्वशरीरस्य तापक्रमस्थापनाय निरन्तरम् ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। तेषु जन्तुषु यैः एतस्य कार्यस्य कृते ऊर्जायाः उपयोगः न कर्त्तव्यः भवति तेषां शरीरस्य तापक्रमः पर्यावरणस्य तापक्रमे आश्रितः भवति। जलचरेषु स्थलचरेषु अथवा बहुषु सरीसृपादिषु जन्तुषु त्रिकोष्ठीयं हृदयं भवति एतत् च प्राणवायुयुक्तां तथा च प्राणवायुरहितां रुधिरधारां काञ्चित् सीमां यावत् मेलनस्य अपि सहनं कुर्वन्ति। अपरत्र मीनस्य हृदये केवलं कोष्ठद्वयं भवति। इतः रुधिरं क्लोमे प्रेष्यते यत्र एतत् प्राणवायुयुक्तं भवति तथा च साक्षात् शरीरे प्रेष्यते। एवं प्रकारेण मीनानां शरीरे एकस्मिन् चक्रे एकवारम् एव रुधिरं हृदये गच्छति। अपरत्र अन्येषु कशेरुकीषु प्रत्येकं चक्रे एतत् द्विवारं हृदये गच्छति। एतं द्विर्भावपरिसंख्यानं कथ्यते।

एतदपि जानन्तु

रक्तचापः

रुधिरवाहिकानां भित्तेः विरुद्धं या प्रबलता भवति सः रक्तचापः कथ्यते। एषा प्रबलता सिराणाम् अपेक्षया धमनिषु बहु अधिका भवति। धमनेः अन्तः रुधिरस्य प्रबलता निलयस्य प्रकुञ्चनसमये प्रकुञ्चनप्रबलता निलयस्य अनुशिथिलनसमये धमनेः अन्तः प्रबलता अनुशिथिलनप्रबलता कथ्यते। सामान्यप्रकुञ्चनस्य प्रबलता प्रायः 120 mm (पारा) अनुशिथिलनप्रबलता प्रायः 80 mm (पारा) भवति



रक्तचापमापकेन रक्तप्रबलता माप्यते। उच्चरक्तप्रबलता उच्चरक्तचापः कथ्यते, एतस्य कारणं धमनिकानां सङ्कोचः अस्ति, एतेन रक्तप्रवाहे प्रतिरोधः वर्धते। एतेन धमनेः स्फोटः भवितुं शक्नोति तथा च आन्तरिकः रक्तस्रावः भवितुं शक्नोति।

नलिकाः - रुधिरवाहिकाः

धमनयः ताः रुधिरवाहिकाः सन्ति याः रुधिरं हृदयात् शरीरस्य विभिन्नाङ्गपर्यन्तं नयन्ति। धमनेः भित्तिः स्थूला तथा च प्रत्यास्था भवति यतोहि रुधिरं हृदयात् उच्चसम्पीडनेन निस्सृतं भवति। सिराः विभिन्नात् अङ्गात् रुधिरम् एकत्र कृत्वा हृदये आनयति। तेषां कृते स्थूलभित्तेः आवश्यकता नास्ति यतोहि रुधिरे प्रबलता भवति, अपि तु तेषु रुधिरम् एकदिशि प्रवाहितं कर्तुं वलकाः भवन्ति।

किञ्चित् अङ्गम् अथवा ऊतकपर्यन्तं प्राप्य धमनयः उत्तरोत्तरं लघु-लघुवाहिकासु विभज्यन्ते येन सर्वाभिः कोशिकाभिः रुधिरसम्पर्कः स्यात्। सर्वस्मात् लघुवाहिकानां भित्तिः एककोशिकीया स्थूला भवति, रुधिरस्य तथा च पार्श्वस्थकोशिकानां मध्ये पदार्थानां विनिमयः एतया अल्पिष्ठभित्या एव भवति। कोशिकाः तदा परस्परं मिलित्वा सिराः निर्मान्ति तथा च रुधिरम् अङ्गेभ्यः अथवा ऊतकात् दूरं नयन्ति।

बिम्बाणुद्वारा अनुरक्षणम्

एतासां नलिकानां तन्त्रे यदि च्यवनस्य आरम्भः भवेत् तर्हि किं भविष्यति? तां स्थितिं विचारयन्तु यदा वयम् आहताः स्याम तथा च रक्तस्रावः प्रारब्धः स्यात्। तन्त्रेण रुधिरस्य हानिः प्राकृतिकरूपेण न्यूनातिन्यूनं भवेत्। एतत् अतिरिच्य रक्तस्रावेण प्रबलतायां न्यूनता आगमिष्यति येन उदञ्चनप्रणाल्याः दक्षतायां न्यूनता आगमिष्यति। एतस्य वारणाय रुधिरे बिम्बाणुकोशिकाः भवन्ति याः सम्पूर्णशरीरे भ्रमन्ति तथा च रक्तस्रावस्य स्थाने रुधिरस्य आतञ्चं निर्माय मार्गम् अवरुद्धं कुर्वन्ति।

लसीका

कश्चन भिन्नप्रकारकः द्रवः अस्ति यः वहने अपि सहायतां करोति। एषः लसीका अथवा ऊतकद्रवः कथ्यते। कोशिकानां भित्तिषु उपस्थितछिद्रैः काचित् प्लाविका, प्रोभूजिनं तथा च रुधिरकोशिकाः बहिः निर्गत्य ऊतकस्य अन्तर्कोशिकीये अवकाशे आगच्छन्ति तथा च ऊतकद्रवम् अथवा लसिकां निर्मान्ति। एतत् रुधिरस्य प्लाविकावत् एव अस्ति किन्तु एषः वर्णविहीनः तथा च एतस्मिन् अल्पमात्रायां प्रोभूजिनं भवति। लसीका अन्तर्कोशिकीयात् अवकाशात् लसीका कोशिकासु गच्छति या परस्परं मिलित्वा बृहत् लसीकावाहिकाः निर्माति तथा च अन्ते बृहत् शिरायाम् उद्घटिताः भवन्ति। पक्वैः क्षुद्रान्त्रैः अवशोषितवसायाः वहनं लसीकया भवति तथा च अतिरिक्तं द्रवं बाह्यकोशिकीयात् अवकाशात् पुनः रुधिरे आनयति।

6.4.2 पादपेषु परिवहनम्

वयं पूर्वमपि चर्चितवन्तः यत् पादपाः कथं CO_2 वत् सरलयौगिकान् स्वीकुर्वन्ति तथा च प्रकाशसंश्लेषणेन ऊर्जायाः सञ्चयं पर्णशादयुक्तेषु अङ्गेषु विशेषरूपेण पर्णेषु कुर्वन्ति। पादपः शरीरस्य निर्माणाय आवश्यकीम् अपक्वसामग्रीं पृथक्तया प्राप्नोति। पादपेभ्यः भूयातिः

भास्वरः तथा च अपरखनिजलवणेभ्यः मृत्तिका निकटतमं तथा च प्रचुरतमं स्रोतः अस्ति। अतः एतेषां पदार्थानाम् अवशोषणं मूलैः क्रियते, यानि मृदायाः सम्पर्के भवन्ति। यदि मृदायाः सम्पर्कयुक्तेषु अङ्गेषु तथा च पर्णशादयुक्तेषु अङ्गेषु दूरता बहु न्यूना अस्ति तर्हि ऊर्जा अथवा अपक्वसामग्री पादपानां शरीरस्य सर्वेषु भागेषु सरलतया विस्तरितुं शक्नोति। यदि पादपशरीरस्य अभिकल्पनायां परिवर्तनकारणेन एषा दूरता वर्धते तर्हि पर्णेषु अपक्वसामग्री तथा च मूलेषु ऊर्जां प्रापयितुं विस्तरणस्य प्रक्रमः पर्याप्तः न भविष्यति। एतादृश्यां परिस्थित्यां परिवहनस्य काचित् सुदृढा प्रणाली आवश्यकी भवति।

विभिन्नशरीराणाम् अभिकल्पनाय ऊर्जायाः आवश्यकता भिन्ना भवति। पादपाः न प्रचलन्ति, तथा च पादपशरीरस्य बृहत् अनुपातः अनेकेषु ऊतकेषु मृतकोशिकानां भवति। एतस्य परिणामस्वरूपेण पादपेभ्यः न्यून-ऊर्जायाः आवश्यकता भवति तथा च ते अपेक्षानुसारं मन्दवहनतन्त्रप्रणालीम् उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति। यस्यां दूरतायां परिवहनतन्त्रं प्रचलति तत्र दीर्घवृक्षेषु तानि बहु अधिकानि भवितुं शक्नुवन्ति।

पादपाः वहनतन्त्रं पर्णैः सञ्चित-ऊर्जायुक्तैः पदार्थैः तथा च मूलैः अपक्वसामग्रीं वक्ष्यन्ति। एतौ द्वौ मार्गौ स्वतन्त्ररूपेण सङ्घटितचालननलिकाभिः निर्मितौ स्तः। एकं दारु अस्ति, यत् मृत्तिकातः प्राप्तं जलं खनिजलवणानि च वहति। अपरः पोषवाहः, यत्र पर्णैः प्रकाशसंश्लेषणस्य उत्पादनं संश्लेषितं भवति, पादपस्य अन्यभागं यावत् वहति। वयम् एतेषाम् ऊतकानां विषये विस्तरेण नवमकक्ष्यायां पठितवन्तः।

जलस्य परिवहनम्

दारु ऊतकेषु मूलानां काण्डानां पर्णानां च वाहिनिकाः तथा च वाहिकाः परस्परं युक्त्वा जलसंवहनवाहिकानां किञ्चन सततजालं निर्मान्ति यत् पादपस्य सर्वैः भागैः सम्बद्धः भवति। मूलानां कोशिकाः मृदायाः सम्पर्के सन्ति तथा च ताः सक्रियरूपेण आयनं प्राप्नुवन्ति। एतत् मूलस्य मृदायाः च मध्ये आयनसान्द्रे व्यवधानम् उत्पादयति। एतस्य व्यवधानस्य समापनाय मृत्तिकातः जलं मूले प्रविशति। एतस्य अर्थः अस्ति यत् जलं निरन्तरगत्या मूलस्य दारुणि गच्छति तथा च जलस्य स्तम्भं निर्माति यत् निरन्तरम् उपरि प्रणुद्यते।

यत् वयं सामान्यतः पादपानाम् उच्चतां पश्यामः, एषा प्रबलता जलं तावत् पर्यन्तं प्रापयितुं स्वयं पर्याप्ता नास्ति। पादपाः दारुणा स्वस्य सर्वोच्चबिन्दुपर्यन्तं जलं प्रापयितुं काञ्चित् अन्यां युक्तिं कुर्वन्ति।

क्रियाकलापः 6.8

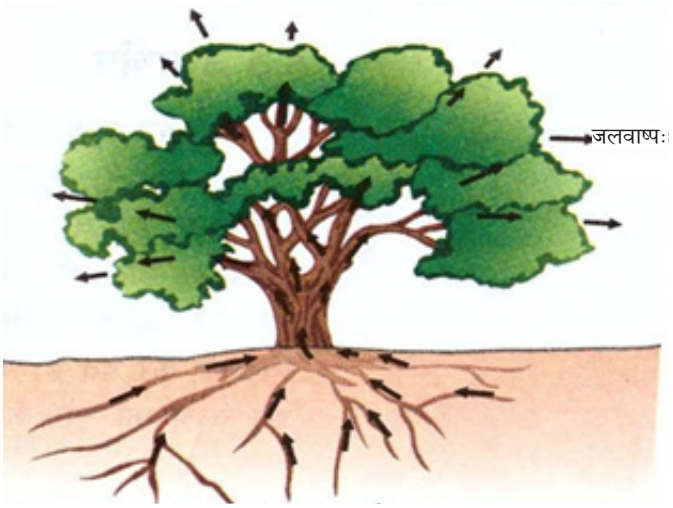
- प्रायः समानाकारे तथा च समानमृत्तिकायुक्ते द्वे पुष्पधान्यौ स्वीकुर्वन्तु। एकस्यां पादपं वपन्तु तथा च अपरस्यां पुष्पाधान्यां पादपस्य उच्चतायाः एकां लौहयष्टिं स्थापयन्तु।
- द्वयोः पुष्पाधान्योः मृत्तिकां सुनम्येन आच्छादयन्तु यस्मिन् आर्द्रतायाः वाष्पीभवनं न स्यात्।

- द्वे पुष्पधान्यौ, एकं पादपेन सह तथा च अपरं यष्ट्या सह सुनम्येन आच्छादयन्तु।
- किं भवन्तः द्वयोः काञ्चित् भिन्नतां पश्यन्ति?

एतत् मत्वा यत् पादपस्य पर्याप्तः जलापूर्तिः अस्ति, यस्य जलस्य हानिः रन्ध्रेण जातं

तस्य प्रतिष्ठापनं पर्णेषु दारुवाहिकाभिः क्रियते। वस्तुतः कोशिकया जलस्य अणूनां परिशोषः किञ्चन
चूषणम् उत्पादयति यत् जलं मूलेषु उपस्थितदारुकोशिकाद्वारा कर्षति। पादपस्य वायवीयभागद्वारा परिपोषरूपेण जलस्य हानिः वाष्पोत्सर्जनं कथ्यते।

अतः वाष्पोत्सर्जनं, जलस्य अवशोषणं तथा च मूलात् पर्णपर्यन्तं जले तथा च तस्मिन् विलेयखनिजलवणानाम् उन्मुखगत्यां सहायकम् अस्ति। एतत् तापमानस्य नियमने अपि सहायकं भवति। जलस्य वहने मूलप्रबलता रात्रिसमये विशेषरूपेण प्रभाविनी भवति। दिवसे यदा रन्ध्राणि उद्घटितानि सन्ति वाष्पोत्सर्जन-कर्षणम् , दारुणि जलस्य गत्यै मुख्यप्रेरकः भवति।



चित्रम् 6.12 एकस्मिन् वृक्षे वाष्पोत्सर्जनस्य समये जलस्य गतिः

भोजनं तथा च अन्यपदार्थानां स्थानान्तरणम्

अधुनापर्यन्तं वयं पादपेषु जलस्य तथा च खनिजलवणस्य चर्चां कृतवन्तः। अधुना वयं चर्चयामः यत् उपापचयिक्रियाणाम् उत्पादः,
विशेषरूपेण प्रकाशसंश्लेषणं यत् पर्णेषु भवति तथा च पादपस्य अन्यभागेषु कथं प्रेष्यते। प्रकाशसंश्लेषणस्य विलेयोत्पादानां वहनं स्थानान्तरणं कथ्यते तथा च एतत् संवहनम् ऊतकस्य पोषवाहनामकभागद्वारा भवति। प्रकाशसंश्लेषणस्य उत्पादम् अतिरिच्य पोषवाहः अमीनो-अम्लस्य तथा च अन्यपदार्थानाम् अपि परिवहनं करोति। एतान् पदार्थान् विशेषरूपेण मूलस्य भण्डारिताङ्गेषु , फलेषु , बीजेषु , तथा च वृद्धियुक्ताङ्गेषु नयन्ति। भोजनस्य तथा च अन्यपदार्थानां स्थानान्तरणं संलग्नकोशिकानां साहाय्येन चालनीनलिकासु उन्मुखदिशि तथा च अधोमुखदिशि भवति।

दारुणा परिवहनं यत् सामान्यैः भौतिकबलैः अपि अवबोधयितुं शक्यते, तस्य विपरीतं पोषवाहेण स्थानान्तरणं भवति यत् ऊर्जायाः उपयोगेन पूर्णं भवति। इक्षुशर्करा वत् पदार्थाः पोषवाह-ऊतकेषु ए.टी.पी इत्यनेन प्राप्त-ऊर्जया एव स्थानान्तरिताः भवन्ति। एतत् ऊतकस्य परासरणप्रबलतां वर्धयति येन जलम् एतस्मिन् प्रविशति। एषा प्रबलता पदार्थान् पोषवाहेण तत् ऊतकपर्यन्तं नयति यत्र प्रबलता न्यूना भवति। एतत् पोषवाहस्य पादपानाम् आवश्यकतायाः अनुसारं पदार्थानां स्थानान्तरणं करोति। उदाहरणार्थम् , वसन्ते मूलस्य अथवा काण्डस्य ऊतकेषु सञ्चितशर्करायाः स्थानान्तरणं कलिकासु भवति यस्य वृद्धेः कृते ऊर्जायाः आवश्यकता भवति।

प्रश्नाः

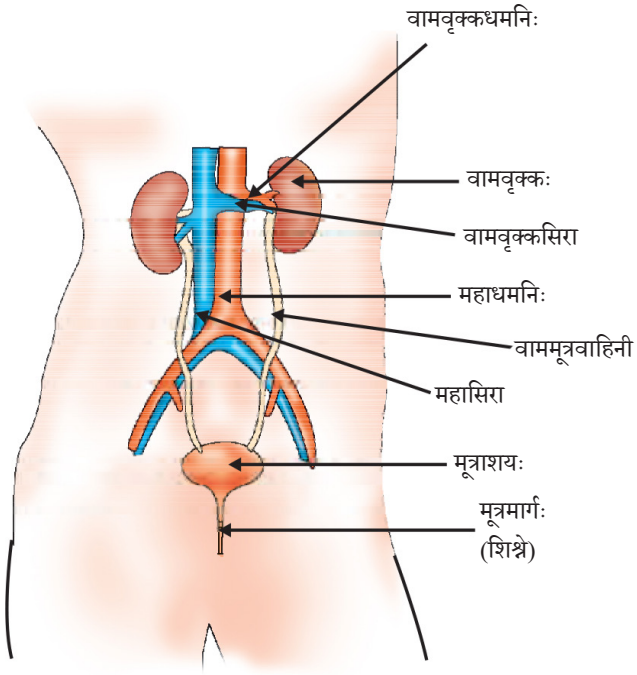
1. मानवे वहनतन्त्रस्य घटकाः के सन्ति? एतेषां घटकानां किं कार्यम् अस्ति?
2. स्तनधारिषु तथा च पक्षिषु प्राणवायुयुक्तस्य तथा च प्राणवायुरहितस्य रुधिरस्य पृथक्करणं किमर्थम् आवश्यकम् अस्ति?
3. उच्चसङ्घटितेषु पादपेषु वहनतन्त्रस्य घटकाः के सन्ति?
4. पादपेषु जलस्य तथा च खनिजलवणस्य परिवहनं कथं भवति?
5. पादपेषु भोजनस्य स्थानान्तरणं कथं भवति?

6.5 उत्सर्जनम्

वयं चर्चितवन्तः यत् जीवाः प्रकाशसंश्लेषणे तथा च श्वसने उत्पन्नात् वर्ज्यवातात् कथं मुक्तिं प्राप्नुवन्ति। अन्यासु उपापचयिक्रियासु उत्पन्नानां भूयातियुक्तपदार्थानां निर्गमनम् आवश्यकम् अस्ति। सः जैवप्रक्रमः यस्मिन् एतेषां हानिकारकाणाम् उपापचयिवर्ज्यपदार्थानां निष्कासनं भवति तत् उत्सर्जनं कथ्यते। विभिन्नाः जन्तवः एतदर्थं विविधयुक्तीः कुर्वन्ति। बहवः एककोशिकजीवाः एतान् अपशिष्टान् शरीरतलात् जले प्रसारयन्ति। यथा वयम् अन्यप्रक्रमे दृष्टवन्तः, जटिलाः बहुकोशीयजीवाः एतत् कार्यं सम्पूर्णं कर्तुं विशिष्टाङ्गानाम् उपयोगं कुर्वन्ति।

6.5.1 मानवे उत्सर्जनम्

मानवस्य उत्सर्जनतन्त्रे (चित्रम् 6.13) एकः युगलवृक्कः, एका मूत्रवाहिनी, एकः मूत्राशयः तथा च एकः मूत्रमार्गः भवति। वृक्कः उदरे मेरुदण्डास्थि उभयतः स्थितः भवति। वृक्के मूत्रनिर्माणात् परं मूत्रवाहिनीतः मूत्रवाहिन्याम् आगच्छति तथा च अत्र तावत्पर्यन्तम् एकत्र भवति यावत्पर्यन्तं मूत्रमार्गात् न गच्छति।

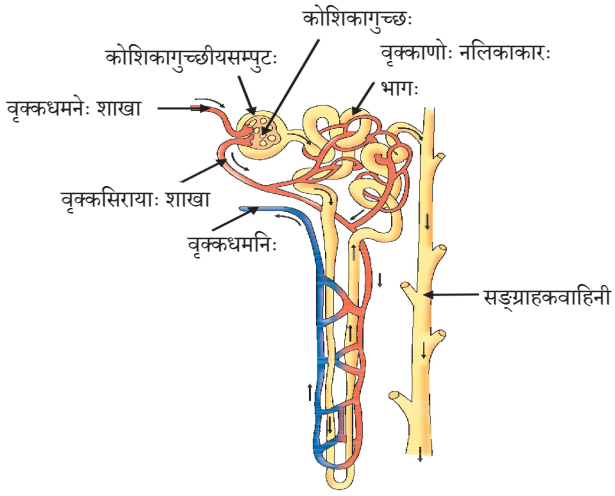


चित्रम् 6.13 मानवस्य उत्सर्जनतन्त्रम्

मूत्रं कथं निर्मीयते? मूत्रनिर्माणस्य उद्देश्यं रुधिरात् वर्ज्यपदार्थानां शोधनं कृत्वा बहिः निष्कासनं भवति। फुप्फुसे CO_2 रुधिरात् पृथक् भवति यद्यपि भूयातिवर्ज्यपदार्थसदृशाः यूरिया अथवा यूरिकाम्लः वृक्के रुधिरात् पृथक् क्रियन्ते। एषा कापि आश्चर्यस्य वार्ता नास्ति यत् वृक्के आधारिनिस्यन्दनस्य एककः फुप्फुसवत् एव, बहुसूक्ष्मभित्तियुक्तानां रुधिरकोशिकानां गुच्छः भवति। वृक्के प्रत्येकं कोशिकागुच्छः, एकस्याः नलिकायाः कंसाकारवत् सिरासु अन्तः भवति। एषा नलिका शोधितं मूत्रम् एकत्र करोति (चित्रम् 6.14)। प्रत्येकं वृक्के एतादृशाः अनेके निस्यन्दन-एककाः भवन्ति ये वृक्काणुः कथ्यन्ते ये परस्परं सामीप्येन परिपूर्णाः वसन्ति। प्रारम्भिकनिस्यन्दे केचन पदार्थाः, यथा द्राक्षशर्करा, अमीनो-अम्लः, लवणं तथा च प्रचुरमात्रायां जलम् अवशिष्टं भवति।

यथा-यथा मूत्रम् एतस्यां नलिकायां प्रवहति एतेषां पदार्थानां चयनितानां पुनः अवशोषणं भवति। जलस्य मात्रायाः पुनः अवशोषणं शरीरे उपलब्धजलस्य तथा च कियन्तः विलेयवर्ज्याः उत्सर्जनीयाः इत्यत्र निर्भरं करोति। प्रत्येकं वृक्के निर्मीयमाणं मूत्रम् एकस्यां दीर्घनलिकायां तथा च मूत्रवाहिन्यां प्रविशति यत् वृक्कं मूत्राशयेन योजयति। मूत्राशये मूत्रं सञ्चितं भवति यावत् विस्तृतस्य मूत्राशयस्य प्रबलता मूत्रमार्गेण तत् बहिः न कुर्यात्। मूत्राशयः मांसलः

भवति अतः एषः तन्त्रिकानियन्त्रणे अस्ति, एतस्य चर्चां वयं कृतवन्तः। परिणामस्वरूपेण वयं प्रायः मूत्रनिर्गमनं नियन्त्रयामः।

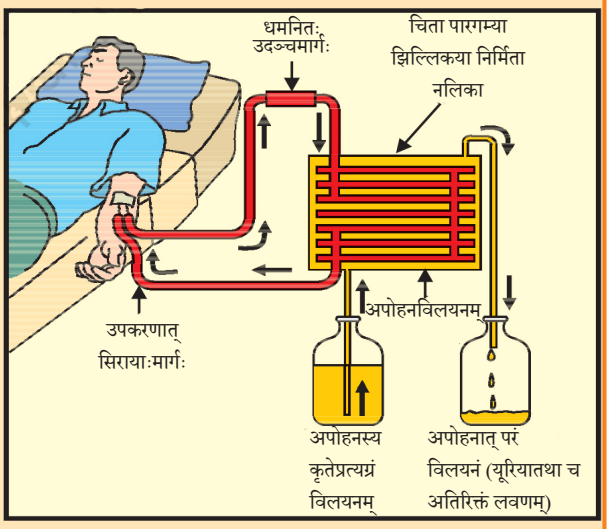


चित्रम् 6.14 एकस्य वृक्काणोः रचना

एतदपि जानन्तु

कृत्रिमवृक्कः (अपोहनम्)

उत्तरजीवितार्थं वृक्काः जैवाङ्गानि सन्ति। बहवः कारकाः यथा सङ्क्रमणम् , आघाते अथवा वृक्के सीमितः रुधिरप्रवाहः, वृक्कस्य क्रियाशीलतां न्यूनीकरोति। एतत् शरीरे विषयुक्तान् अपशिष्टान् सञ्चितान् करोति येन मृत्युः अपि भवितुं शक्नोति। वृक्कस्य अपक्रियावस्थायां कृत्रिमवृक्कस्य उपयोगः कर्तुं शक्यते। एकः कृत्रिमः वृक्कः भूयातिकृतानाम् अपशिष्टानाम् उत्पादानां रुधिरात् अपोहनद्वारा निष्कासनस्य काचित् युक्तिः अस्ति।



कृत्रिमवृक्काः बह्वीभिः अर्धपारगम्याभिः आस्तरनलिकाभिः युक्ताः भवन्ति। एताः नलिकाः अपोहनद्रवेण पूर्णवाप्या युक्ताः भवन्ति। एतस्य द्रवस्य परासरणपीडनं रुधिरवत् एव भवति किन्तु एतस्मिन् भूयातेः अपशिष्टाः भवन्ति। रुग्णस्य रुधिरम् एताभिः नलिकाभिः प्रवाहितं भवति। एतस्मिन् मार्गे रुधिरात् अपशिष्टाः उत्पादाः विसरणद्वारा अपोहनद्रवे आगच्छन्ति।

शुद्धीकृतं रुधिरं पुनः रुग्णस्य शरीरे उदञ्च्यते। एतत् वृक्कस्य कार्यवत् एव अस्ति किन्तु एका भिन्नता अस्ति यत् एतस्मिन् किमपि पुनः अवशोषणं नास्ति। प्रायः एकस्मिन् स्वस्थे वयस्के 180 प्रस्थाः प्रारम्भिकनिस्यन्दाः वृक्के भवन्ति। यद्यपि एकस्मिन् दिने उत्सर्जितमूत्रस्य परिमाणं वस्तुतः एकः अथवा द्वौ प्रस्थौ भवतः यतोहि शिष्टाः निस्यन्दाः वृक्कनलिकासु पुनः अवशोषिताः भवन्ति।

6.5.2 पादपेषु उत्सर्जनम्

पादपाः उत्सर्जनाय जन्तुतः सर्वथा भिन्नयुक्तीनां प्रयोगं कुर्वन्ति। प्रकाशसंश्लेषणे उत्पन्नः प्राणवायुः अपि अपशिष्टः उत्पादः वक्तुं शक्यते। वयं पूर्वमपि चर्चितवन्तः यत् पादपाः प्राणवायुना

तथा च अङ्गाराम्लवायुना सह कथं व्यवहरन्ति। ते अतिरिक्तजलात् वाष्प-उत्सर्जनद्वारा मुक्तिं प्राप्तुं शक्नुवन्ति। पादपेषु बहवः ऊतकाः मृतकोशिकाभिः निर्मिताः भवन्ति ते च स्वस्य कैश्चित् भागैः यथा पर्णानां क्षयम् अपि कर्तुं शक्नुवन्ति। बहवः पादपाः अपशिष्ट-उत्पादकोशिकीयरिक्तिकासु सञ्चिताः भवन्ति। पादपात् पतत्सु पत्रेषु अपि अपशिष्ट-उत्पादाः सञ्चिताः भवन्ति। अन्ये अपशिष्ट-उत्पादाः उद्यासरूपेण तथा च निर्यासरूपेण विशेषतः पुरातनदारुणि सञ्चिताः भवन्ति। पादपाः अपि केषाञ्चन अपशिष्टपदार्थानां स्वं परितः मृत्तिकायाम् उत्सर्जनं कुर्वन्ति।

प्रश्नाः

1. वृक्काणोः रचनां तथा च क्रियाविधिं वर्णयन्तु।
2. उत्सर्जित-उत्पादात् मुक्तिं प्राप्तुं पादपाः केषां विधीनाम् उपयोगं कुर्वन्ति।
3. मूत्रनिर्माणमात्रायाः नियमनं केन प्रकारेण भवति ?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- विविधगतयः जीवनसूचिकाः मन्तुं शक्यन्ते।
- जीवनस्य अनुरक्षणाय पोषणं, श्वसनं, शरीरस्य अन्तः पदार्थानां संवहनं तथा च अपशिष्ट-उत्पादानाम् उत्सर्जनादयः प्रक्रमाः आवश्यकाः सन्ति।
- स्वपोषिपोषणे पर्यावरणात् सरलान् अजैविकपदार्थान् स्वीकृत्य तथा च बाह्य-ऊर्जास्रोतः यथा सूर्यप्रकाशम् उपयुज्य उच्च-ऊर्जाजटिलानां जैवीयपदार्थानां संश्लेषणं करणीयम्।
- विषमपोषिपोषणे अपरजीवैः सज्जीकृताः जटिलपदार्थाः अन्तः गृह्यन्ते।
- मनुष्ये, खादितस्य भोजनस्य विखण्डनं भोजननलिकायाः केषुचित् चरणेषु भवति तथा च पक्वभोजनं क्षुद्रान्त्रेषु अवशोष्य शरीरस्य सर्वासु कोशिकासु प्रेष्यते।
- श्वसनप्रक्रमे द्राक्षशर्करासदृशानां जटिलकौकिलीययौगिकानां विखण्डनं भवति येन ए.टी.पी इत्यस्य उपयोगः कोशिकासु जायमानाभ्यः अन्यक्रियाभ्यः ऊर्जां प्रदातुं क्रियते।
- श्वसनं वायवीयम् अथवा अवायवीयं भवितुं शक्नोति। वायवीयश्वसनकारणेन जीवः अधिकाम् ऊर्जां प्राप्नोति।
- मनुष्ये प्राणवायुः, अङ्गाराम्लवायुः, भोजनं तथा च उत्सर्जि-उत्पादवत् पदार्थानां वहनं परिसञ्चरणं च तन्त्रस्य कार्यं भवति। परिसञ्चरणतन्त्रे हृदयं, रुधिरं तथा च रुधिरस्य वाहिकाः भवन्ति।
- उच्चविभेदितपादपेषु जलं, खनिजलवणं, भोजनं तथा च अन्यपदार्थानां परिवहनं संवहन-ऊतकानां कार्यम् अस्ति यस्मिन् दारु तथा च पोषवाहाः भवन्ति।
- मनुष्ये, उत्सर्जि-उत्पादविलेयाः भूयातेः यौगिकरूपेण वृक्के वृक्काणुद्वारा निस्सार्यन्ते।
- पादपाः अपशिष्टपदार्थात् मुक्तिं प्राप्तुं विविधतन्त्राणाम् उपयोगं कुर्वन्ति। उदाहरणार्थम् अपशिष्टपदार्थाः कोशिकारिक्तिकासु सञ्चिताः कर्तुं शक्यन्ते अथवा निर्यास-उद्यासरूपेण तथा च पतद्भिः पर्णैः दूरीकर्तुं शक्यन्ते अथवा एते स्वं परितः मृत्तिकायां वर्ज्यपदार्थानाम् उत्सर्जनं कुर्वन्ति।

अभ्यासः

1 मनुष्ये वृक्कः एकस्य तन्त्रस्य भागः अस्ति यः सम्बद्धः अस्ति

(a) पोषणम् (b) श्वसनम्

(c) उत्सर्जनम् (d) परिवहनम्

2 पादपेषु दारु उत्तरदायि अस्ति

(a) जलस्य वहनम् (b) भोजनस्य वहनम्

(c) अमीनो अम्लस्य वहनम् (d) प्राणवायोः वहनम्

3 स्वपोषिपोषणाय आवश्यकः

(a) अङ्गाराम्लवायुः तथा च जलम् (b) पर्णशादः

(c) सूर्यप्रकाशः (d) उपर्युक्तानि सर्वाणि

4 पायरुवेट इत्यस्य विखण्डनेन एषा अङ्गाराम्लवायुं, जलं तथा च ऊर्जां ददाति अपि च एषा क्रिया भवति

(a) कोशिकाद्रव्यम् (b) सूत्रकणिका

(c) हरितलवकः (d) केन्द्रकः

5 अस्माकं शरीरे वसायाः पाचनं कथं भवति? एषः प्रक्रमः कुत्र भवति?

6 भोजनस्य पाचने लालायाः का भूमिका अस्ति?

7 स्वपोषिपोषणाय आवश्यक्यः परिस्थितयः काः सन्ति? तथा च तस्याः उत्पादाः के सन्ति?

8 वायवीये तथा च अवायवीये श्वसने का भिन्नता अस्ति? केषाञ्चन जीवानां नामानि लिखन्तु येषु अवायवीयश्वसनं भवति।

9 वातस्य अधिकतमविनियोगाय कूपिकाः केन प्रकारेण अभिकल्पिताः सन्ति?

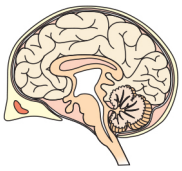
10 अस्माकं शरीरे रुधिरवर्णिकायाः न्यूनतायाः कः परिणामः भवितुं शक्नोति।

11 मनुष्ये द्विगुणिपरिसञ्चरणस्य व्याख्यां कुर्वन्तु। एतत् किमर्थम् आवश्यकम् अस्ति?

12 दारुणि तथा च पोषवाहे पदार्थानां वहने का भिन्नता अस्ति?

13 फुफ्फुसे कूपिकानां तथा च वृक्के वृक्काणोः रचनायाः तथा च क्रियाविधेः तुलनां कुर्वन्तु।

सप्तमः अध्यायः



नियन्त्रणं समन्वयः च

गते अध्याये वयं सजीवेषु अनुरक्षणे स्थितिकार्ये च संलग्नानां जैवप्रक्रमाणां विषये पठितवन्तः आस्म। वयम् एतस्मिन् विषये विचारम् आरब्धवन्तः आस्म यत् यदि किञ्चित् वस्तु गतिशीलम् अस्ति तर्हि तत् सजीवम् अस्ति। पादपेषु एतादृश्यः काश्चन गतयः वस्तुतः वृद्धेः परिणामाः सन्ति। एकं बीजम् अङ्कुरितं भवति वर्धते च, वयं द्रष्टुं शक्नुमः यत् नवोद्भिदः केषुचित् दिनेषु गतिं कुर्वन् मृदाम् एकत्र नुत्त्वा बहिः आगच्छति। किन्तु यदि एतस्याः वृद्धिः अवरुद्धा तर्हि एताः गतयः न भवन्ति। अधिकांशजन्तुषु केषुचित् पादपेषु च जायमानाः काश्चन गतयः वृद्ध्या सम्बद्धाः न भवन्ति। काचित् धावन्ती बिडाली, दोलायां क्रीडन्तः बालकाः, रोमन्थायमाना महिषी - एताः गतयः वृद्धेः कारणेन नैव भवन्ति।

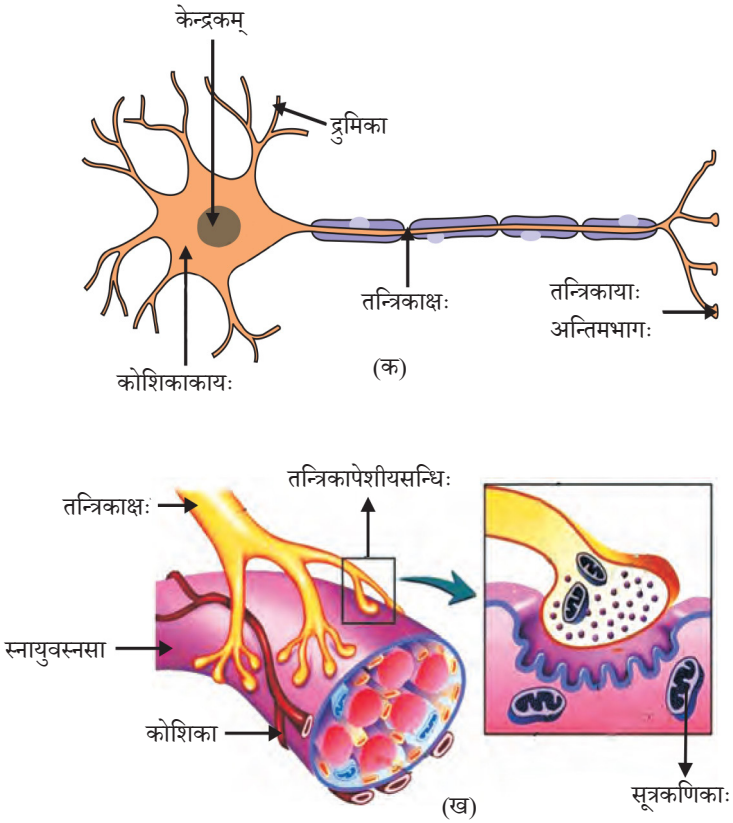
दृश्यमानाः एताः गतीः वयं जीवनेन सह किमर्थं योजयामः? एतस्य एकं सम्भावितम् उत्तरम् एतत् अस्ति यत् वयं गतीः जीवस्य पर्यावरणे आगतस्य परिवर्तनस्य अनुक्रिया इति चिन्तयामः। बिडाली एतदर्थं धावितवती स्यात् यतोहि एषा कञ्चन मूषकं दृष्टवती आसीत्। केवलम् एतत् एव न अपि तु वयं गतिं सजीवैः कृतेन एतादृशेन प्रयासरूपेण अपि चिन्तयामः यस्मिन् तेषां पर्यावरणे जातानि परिवर्तनानि तेषां कृते लाभकारीणि स्युः। सूर्यस्य प्रकाशे पादपाः वृद्धिं कुर्वन्ति। बालकाः दोलया आनन्दं प्राप्तुं प्रयासं कुर्वन्ति। महिषी रोमन्थं करोति यतोहि भोजनं लघुषु खण्डेषु त्रुटितं भवेत् तथा च तस्य पाचनं सम्यक्तया भवेत्। यदा तीव्रप्रकाशः अस्माकम् अक्षिषु केन्द्रितं क्रियते अथवा यदा वयं किमपि उष्णं वस्तु स्पृशामः तदा अस्माभिः परिवर्तनं परिज्ञायते तथा च एतस्य अनुक्रियायां स्वं रक्षितुं गतिं कुर्मः इत्येवं प्रतीयते।

यदि वयम् एतस्मिन् विषये इतोऽपि अधिकं विचारं कुर्मः तर्हि प्रतीयते यत् पर्यावरणस्य अनुक्रियां प्रति एताः गतयः सावधानतया नियन्त्र्यन्ते। पर्यावरणे प्रत्येकं परिवर्तनस्य अनुक्रियया काचित् समुचिता गतिः उत्पन्ना भवति। यदा वयं कक्ष्यायां स्वमित्रैः सह वार्तालापं कर्तुम् इच्छामः तदा वयम् उच्चैः आक्रोशस्य अपेक्षया कर्णजापं कुर्मः। स्पष्टरूपेण काचित् अपि गतिः तां घटनाम् आश्रयति या एतां प्रेरयति। अतः एतादृशी नियन्त्रिता गतिः पर्यावरणे विभिन्नघटनानाम् अभिज्ञानेन योजनीया या अनुक्रियायाः अनुरूपं गतिं कुर्यात्। अपरशब्देषु, सजीवैः तानि तन्त्राणि उपयोक्तव्यानि यानि नियन्त्रणस्य तथा च समन्वयस्य कार्यं कुर्वन्ति। बहुकोशीयजीवेषु शरीरस्य सामान्यं सिद्धान्तं ध्यायन्तः एतत् वक्तुं शक्नुमः यत् विशिष्टीकृतानाम् ऊतकानाम् उपयोगः एतेषु नियन्त्रणेषु तथा च समन्वय-क्रियाकलापेषु क्रियते।

7.1 जन्तुतन्त्रिकातन्त्रम्

जन्तुषु एतत् नियन्त्रणं तथा च समन्वयः तन्त्रिकाभिः मांसल-ऊतकैः च क्रियते। यस्य विषये वयं नवमकक्ष्यायां पठितवन्तः। आकस्मिकपरिस्थित्याम् उष्णपदार्थस्य स्पर्शः अस्माकं कृते भयावहः भवितुं शक्नोति। अस्माकं कृते एतस्य परिज्ञानस्य तथा च एतस्य अनुरूप-अनुक्रियायाः आवश्यकता अस्ति। वयं कथं ज्ञास्यामः यत् वयम् उष्णवस्तूनि स्पृशामः? अस्माकं पर्यावरणे सर्वासां सूचनानां ज्ञानं कासाञ्चन तन्त्रिकाकोशिकानां विशिष्टीकृतसिराभिः क्रियते। एते ग्राहिणः प्रायः अस्माकं ज्ञानेन्द्रियेषु तिष्ठन्ति यथा- आन्तरिककर्णः, नासिका, जिह्वादयः। रससंवेदी ग्राही स्वादं परिजानाति यद्यपि घ्राणग्राहिणः गन्धं परिजानन्ति।

एषा सूचना एकस्याः तन्त्रिकाकोशिकायाः द्रुमाकृतिकसिरया उपार्ज्यते। (चित्रम् 7.1 a) इतोऽपि एकया रासायनिकक्रियया एषा एकं विद्युदावेगम् उत्पादयति। एषः आवेगः द्रुमिकातः कोशिकाकायपर्यन्तं गच्छति तथा च तदा तन्त्रिकाक्षे भवन् एतस्य अन्तिमभागं यावत् प्राप्नोति। तन्त्रिकाक्षस्य अन्ते विद्युदावेगः केषाञ्चित् रसायनानां विमोचनं करोति। एतानि रसायनानि रिक्तस्थानस्य अथवा अन्तर्गथनस्य लङ्घनं कुर्वन्ति तथा च अग्रिमतन्त्रिकाकोशिकायाः द्रुमिकायाम् एतादृशस्य विद्युदावेगस्य प्रारम्भं कुर्वति। एतत् शरीरे तन्त्रिकावेगस्य मात्रायाः सामान्या योजना अस्ति। एतादृशम् एव एकम् अन्तर्ग्रथनम् अन्ततः एतादृशान् आवेगान् तन्त्रिकाकोशिकायाः अन्यकोशिकापर्यन्तं, यथा मांसलकोशिकापर्यन्तम् अथवा ग्रन्थिपर्यन्तं नयति। (चित्रम् 7.1 b)



चित्रम् 7.1 (क) तन्त्रिकाकोशिकायाः चित्रम् (ख) तन्त्रिकापेशीयसन्धिः

अतः एतस्मिन् किमपि आश्चर्यं नास्ति यत् तन्त्रिका-ऊतकानि तन्त्रिकाकोशिकानां सङ्घटितजालैः निर्मितानि भवन्ति एताः सूचनाः विद्युदावेगेन शरीरस्य एकस्मात् भागात् अपरभागं यावत् संवहने विशिष्टीकृताः सन्ति।

7.1 (a) चित्रं पश्यन्तु तथा च एतस्मिन् तन्त्रिकाकोशस्य भागं परिचिन्वन्तु (i) यत्र सूचनाः उपार्ज्यन्ते (ii) यतः भूत्वा सूचनाः विद्युदावेगवत् यात्रां कुर्वन्ति, तथा च (iii) यत्र एतस्य आवेगस्य परिवर्तनं रासायनिकसङ्केते क्रियते येन एतत् अग्रे सञ्चरितुं शक्नुयात्।

क्रियाकलापः 7.1

- किञ्चित् शर्करां स्वमुखे स्थापयन्तु। एतस्याः रुचिः कथम् अस्ति?
- स्वनासिकाम् अङ्गुष्ठेन तथा च तर्जन्या नुत्त्वा पिदधतु। अधुना पुनः शर्करां खादन्तु। एतस्याः रुचौ किं काचित् भिन्नता अस्ति?
- भोजनसमये तथैव स्वनासिकां पिदधतु तथा च ध्यायन्तु यत् भोजनं भवन्तः कुर्वन्ति, किं भवन्तः तस्य भोजनस्य सम्पूर्णां रुचिम् आस्वादयन्ति।

यदा नासिका पिहिता भवति तदा भवन्तः शर्करायाः तथा च भोजनस्य रुचौ कामपि भिन्नताम् अनुभवन्ति? यदि आम्, तर्हि भवन्तः विचारयिष्यन्ति यत् एतत् किमर्थं भवति? एतादृशीं भिन्नतां ज्ञातुं तथा च तेषां सम्भावित-उत्तरस्य अन्वेषणाय पठन्तु तथा च चर्चयन्तु। यदा भवतां पीनसः भवति तदा अपि किं भवन्तः एतादृशीं स्थितिम् अनुभवन्ति?

7.1.1 प्रतिवर्तिक्रियायां किं भवति?

पर्यावरणे कस्याश्चित् घटनायाः अनुक्रियायाः फलस्वरूपेण अकस्मात् जातां क्रियां चर्चयन्ति चेत् बहुधा प्रतिवर्तशब्दस्य प्रयोगं कुर्वन्ति। वयं कथयामः 'अहं प्रतिवर्तनस्वरूपतः लोकयानात् कूर्दितवान्', 'अहं प्रतिवर्तनस्वरूपतः अग्नेः ज्वालातः स्वहस्तम् आकृष्टवान्' अथवा 'अहम् एतावत् बुभुक्षितः आसं यत् प्रतिवर्तस्वरूपतः मम मुखात् जलम् आगतम्, एतस्य अभिप्रायः कः? एतेषु सर्वेषु उदाहरणेषु कश्चन सामान्यः विचारः आगच्छति यत् किमपि वयं कुर्मः तस्य विषये न विचारयामः, अथवा स्वक्रियाः नियन्त्रणे न अनुभवामः। तथापि एताः ताः स्थितयः सन्ति यत्र वयं स्वपर्यावरणे जायमानानि परिवर्तनानि प्रति अनुक्रियां कुर्मः। एतासु परिस्थितिषु नियन्त्रणम् अथवा समन्वयः कथं प्राप्यते?

एतस्मिन् पुनः विचारयामः। एकम् उदाहरणं स्वीकुर्मः। अग्नेः ज्वालायाः स्पर्शः अस्मभ्यम् अथवा कस्मैचित् अपि जन्तवे एकः दुराग्रही तथा च भयावहा स्थितिः अस्ति। वयम् एतत् प्रति कथम् अनुक्रियां कुर्मः? कश्चन सरलः विधिः अस्ति यत् वयं विचारयेम यत् वयम् आहताः भवितुं शक्नुमः, अतः एव अस्माभिः स्वहस्तः अपसारणीयः। तदा एकः आवश्यकः प्रश्नः उदेति यत् एतत् सर्वं विचारयितुं कियान् समयः अपेक्षितः भविष्यति? उत्तरं निर्भरं करोति यत् वयं कथं चिन्तयामः। यदि तन्त्रिकावेगः तत्र प्रेष्यते यस्य चर्चां वयं पूर्वमेव कृतवन्तः तर्हि एतादृशम् आवेगम् उत्पादयितुं मस्तिष्कद्वारा चिन्तनम् अपि आवश्यकम् अस्ति। विचारणा काचित् जटिला क्रिया अस्ति अतः एषा बह्वीनां तन्त्रिकाकोशिकानां तन्त्रिकावेगस्य जटिलाभिः अन्योन्यक्रियाभिः योक्तुं बाद्ध्या अस्ति।

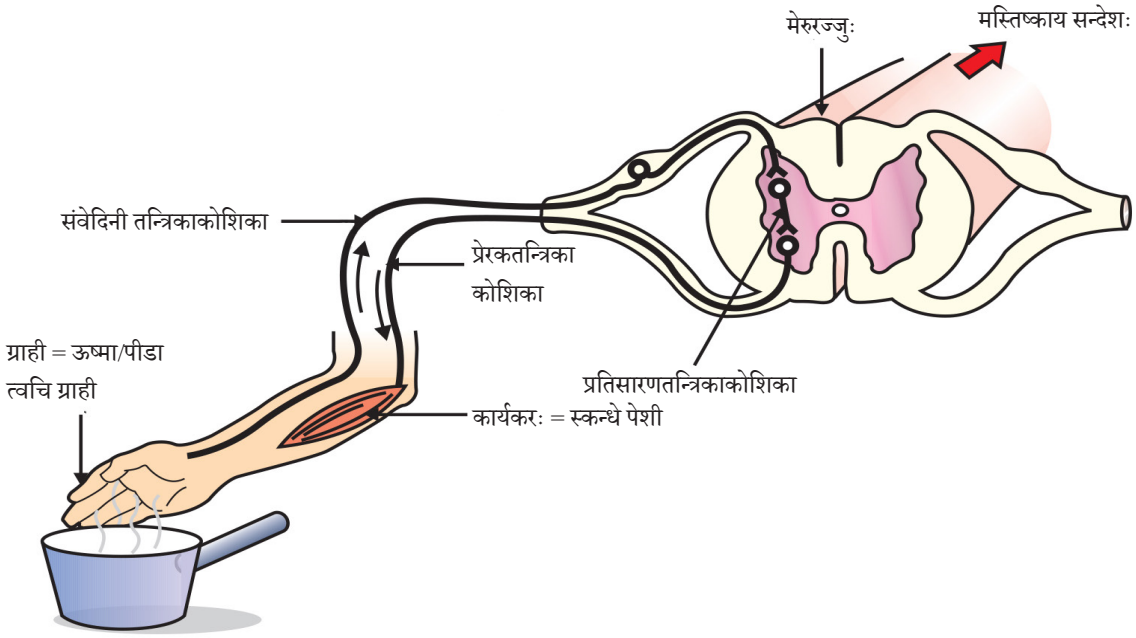
यदि एषा वस्तुस्थितिः अस्ति तर्हि किमपि आश्चर्यं नास्ति यत् अस्माकं शरीरे विचारणा-ऊतकानि, जटिलरूपकेण व्यवस्थितायाः तन्त्रिकाकोशिकायाः गहनजालेन निर्मिताः। एतत् मस्तके अग्रभागे स्थितं तथा च शरीरस्य सर्वभागैः सङ्केतं प्राप्नोति अपि च तेषु अनुक्रियायाः पूर्वं विचारयति। निस्सन्देहम्, एतानि सङ्केतानि प्राप्तुं मस्तके मस्तिष्कस्य विचारभागः तन्त्रिकाभिः शरीरस्य विभिन्नभागैः युक्तः भवेत्।

एतेन एव प्रकारेण, यदि मस्तिष्कस्य एषः भागः पेशीं गत्यर्थम् आदिशति तर्हि तन्त्रिकाः एतानि सङ्केतानि शरीरस्य विभिन्नभागं

यावत् प्रापणकार्यं कुर्वन्ति। यदि अस्माभिः किमपि उष्णं वस्तु स्पर्शनीयं तथा च एतत् सर्वम् अस्माभिः करणीयं भवेत् तर्हि एतस्मिन् बहु समयः अपेक्षितः भविष्यति यत् वयं ज्वलनम् अनुभवितुं शक्नुमः।

शरीरस्य स्वरूपं केन प्रकारेण एतां समस्यां परिष्करोति? ऊष्मणः संवेदनविषये विचारस्य अपेक्षया यदि याः तन्त्रिकाः ऊष्माणं परिजानन्ति ताः ताभिः तन्त्रिकाभिः योजनीयाः याः पेशीनां गतिं कारयन्ति, तर्हि यः प्रक्रमः आगमनसङ्केतान् ज्ञातुं तथा च तदनुसारं निर्गमनक्रियायाः करणार्थं कार्यं करोति सः शीघ्रं पूर्णः भवति। सामान्यतः एतादृशः सम्बन्धः प्रतिवर्तिचापः कथ्यते (चित्रम् 7.2)। एतादृशस्य प्रतिवर्तिचापस्य सम्बन्धः आगतायाः तन्त्रिकायाः तथा च निर्गतायाः तन्त्रिकायाः मध्ये कुत्र भवेत्? अतीव उपयुक्तं स्थानं प्रायः तदेव भविष्यति यत्र सर्वस्मात् पूर्वं ताः परस्परं मिलन्ति। सम्पूर्णशरीरस्य तन्त्रिकाः मेरुरज्ज्वां मस्तिष्कगामिनि मार्गे एकस्मिन् बन्धे मिलन्ति। प्रतिवर्तिचापः अस्याम् एव मेरुरज्ज्वां निर्मीयते, यद्यपि आगताः सूचनाः मस्तिष्कपर्यन्तम् अपि गच्छन्ति।

प्रायशः जन्तुषु प्रतिवर्तिचापः अतः एव विकसितः यतोहि एतेषां मस्तिष्कस्य विचारप्रक्रमः बहुतीव्रः नास्ति। वस्तुतः अधिकांशजन्तुषु विचारार्थम् आवश्यकं जटिलं तन्त्रिकाकोशिकाजालम् अल्पम् अस्ति अथवा अनुपस्थितं भवति। अतः एतत् स्पष्टम् अस्ति यत् वास्तविकविचारप्रक्रमस्य अनुपस्थितौ प्रतिवर्तिचापस्य दक्षकार्यप्रणालीरूपेण विकासः अभवत्। यद्यपि जटिलतन्त्रिकाकोशिकाजालस्य अस्तित्वे आगमनात् परम् अपि प्रतिवर्तिचापः तत्कालम् अनुक्रियार्थम् एकाधिकं दक्षप्रणालीरूपेण कार्यं करोति।



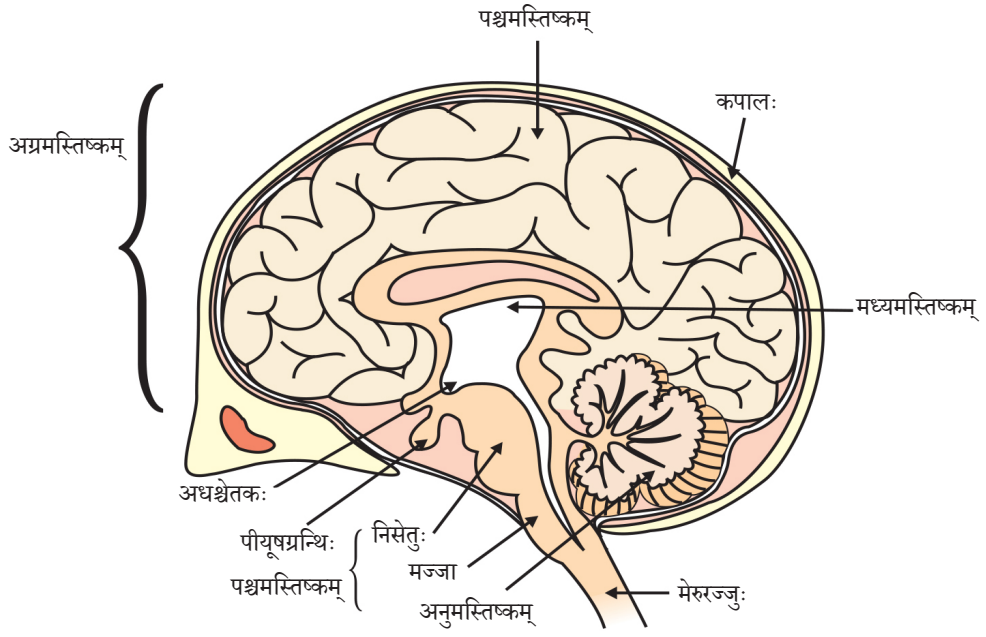
चित्रम् 7.2 प्रतिवर्तिचापः

किं भवन्तः तासां घटनानां क्रमम् अन्वेष्टुं शक्नुवन्ति यः भवतः अक्षिषु तीव्रप्रकाशस्य केन्द्रीकरणेन भवति।

7.1.2 मानवमस्तिष्कम्

किं मेरुरज्ज्वाः कार्यं केवलं प्रतिवर्तिक्रिया अस्ति? निश्चितरूपेण न, यतोहि वयं जानीमः यत् वयं विचारशीलाः प्राणिनः स्मः। मेरुरज्जुः तन्त्रिकाभिः निर्मिता भवति या विचारयितुं सूचनाः प्रददाति विचारणे अधिकः जटिलक्रियाविधिः तथा च तन्त्रिकासम्बन्धनानि भवन्ति। एतानि मस्तिष्के सङ्केन्द्रितानि भवन्ति यानि शरीरस्य मुख्यसमन्वयकेन्द्राणि सन्ति। मस्तिष्कं तथा च मेरुरज्जुः केन्द्रीयं तन्त्रिकातन्त्रं निर्माति। एतानि शरीरस्य सर्वस्मात् भागात् सूचनाः प्राप्नुवन्ति तथा च एतस्य समाकलनं कुर्वन्ति।

वयं स्वक्रियाणां विषये अपि चिन्तयामः। लेखनं, वार्तालापकरणम्, एकस्य आसन्दस्य भ्रामणं, कस्यचित् कार्यक्रमस्य समाप्तौ करतलध्वनिकरणम् इत्यादयः ऐच्छिकक्रियाणाम् उदाहरणानि सन्ति यानि अग्रे किं करणीयम् इत्यत्र आधारितानि भवन्ति। अतः मस्तिष्केण अपि पेशीपर्यन्तं सन्देशः प्रेषणीयः भवति। एषः अपरः मार्गः अस्ति यस्मिन् तन्त्रिकातन्त्रं पेशीषु सञ्चारं प्रेषयति। केन्द्रीयतन्त्रिकातन्त्रे तथा च शरीरस्य अन्यभागेषु सञ्चाराय परिधीयतन्त्रिकातन्त्रं सुगमतां प्रददाति यत् मस्तिष्कात् निर्गामिकपालतन्त्रिकाभिः तथा च मेरुरज्जुतः निर्गामिमेरुतन्त्रिकाभिः निर्मितं भवति। एवं प्रकारेण मस्तिष्कम् अस्माकं कृते विचारणस्य अनुमतिं तथा च विचारणे आधारितक्रियाः कर्तुम् अनुमतिं प्रददाति। यथा सम्भावना भविष्यति, एतत् एकया जटिल-अभिकल्पनया मस्तिष्कस्य विभिन्नभागैः याः आगताः तथा च निर्गताः सूचनाः समाकलयितुम् उत्तरदायिन्यः सन्ति, सा सम्भावना पूर्यते। मस्तिष्के एतादृशाः त्रयः मुख्यभागाः अथवा क्षेत्राणि भवन्ति येषां नाम अग्रमस्तिष्कम्, मध्यमस्तिष्कं तथा च पश्चमस्तिष्कम् अस्ति।



चित्रम् 7.3 मानवमस्तिष्कम्

मस्तिष्कस्य मुख्यविचारकभागः अग्रमस्तिष्कम् अस्ति। एतस्मिन् विभिन्नात् अभिग्राहिणः संवेदिनः आवेगान् (सूचनाः) प्राप्तुं क्षेत्राणि भवन्ति। अग्रमस्तिष्कस्य पृथक् पृथक् क्षेत्राणि श्रोतुं घ्रातुं द्रष्टुं च विशिष्टीकृताः सन्ति। एतस्मिन् साहचर्यक्षेत्राणि पृथक् भवन्ति यत्र एतासां संवेदिसूचनानाम्, अन्याभिग्राहितः प्राप्तसूचनानां तथा च पूर्वतः मस्तिष्के एकत्र सूचनानाम् अर्थः अनुमीयते। एतेषु सर्वेषु आधारितः एकः निर्णयः स्वीक्रियते यत् अनुक्रियाः तथा च सूचनाः प्रेरकक्षेत्रपर्यन्तं कथं प्रापयेम याः ऐच्छिकपेश्याः गतिं, यथा अस्माकं पादस्य पेश्यः नियन्त्रयन्ति। यतोहि प्रकृत्यां कानिचित् संवेदनानि दर्शनात् श्रवणात् च अधिकजटिलानि सन्ति यथा - अस्माभिः कथं ज्ञायते यत् वयं पर्याप्तं भोजनं कृतवन्तः? अस्माकम् उदरं सम्पूर्णतया पूर्णम् अस्ति। एतत् ज्ञातुम् एकं बुभुक्षया सम्बद्धं केन्द्रम् अस्ति यत् अग्रमस्तिष्के कश्चन पृथक् भागः अस्ति।

मानवमस्तिष्कस्य नामाङ्कितचित्रस्य अध्ययनं कुर्वन्तु। अस्माभिः दृष्टं यत् विभिन्नभागानां विशिष्टानि कार्याणि सन्ति। स्वाध्यापकेन सह परामर्शं कृत्वा प्रत्येकं भागस्य कार्यं परिजानन्तु।

आगच्छन्तु, प्रतिवर्तशब्दस्य अपरम् उपयोगम् अपि पश्यामः यथा वयं प्रारम्भे चर्चितवन्तः आस्म। यदा वयम् एतादृशं खाद्यपदार्थं पश्यामः यः अस्मभ्यं रोचते तदा अनायासेन एव अस्माकं मुखे जलम् आगच्छति। हृदयस्य स्पन्दनविषये वयं न चिन्तयामः चेत् अपि एतत् भविष्यति। वस्तुतः, एतेषां विषये इष्ट्वा अपि सरलतया एताः क्रियाः वयं नियन्त्रयितुं न शक्नुमः। किम् अस्माभिः श्वासं स्वीकर्तुम् अथवा भोजनं पक्तुं चिन्तनस्य अथवा स्मरणस्य आवश्यकता भवति? अतः सामान्या प्रतिवर्तिक्रिया यथा भ्रुवः आकारे परिवर्तनं तथा च कापि चिन्तिता क्रिया यथा आसन्दस्य अपसारणमध्ये एकस्याः पेशीगतेः श्रेणी अस्ति यस्याम् अस्माकं चिन्तनस्य किमपि नियन्त्रणं नास्ति। एतासु अनैच्छिकक्रियासु बह्व्यः मध्यमस्तिष्केण अथवा पश्चमस्तिष्केण नियन्त्रिताः भवन्ति। एताः सर्वाः अनैच्छिकक्रियाः यथा रक्तप्रबलता, लालास्रावः तथा च वमनं पश्चमस्तिष्कस्थितया मज्जया नियन्त्र्यन्ते।

काश्चन क्रियाः यथा एकस्यां सरलरेखायां चलने, द्विचक्रिकायाः चालने, एकस्याः अङ्कन्याः उत्थापने विचारं कुर्वन्तु। एते पश्चमस्तिष्के स्थिताः भागाः अनुमस्तिष्केण एव सम्भवाः ये ऐच्छिकक्रियाणां परिशुद्धेः तथा च शरीरस्य संस्थितेः सन्तुलनाय उत्तरदायिनः सन्ति। कल्पनां कुर्वन्तु यत् यदि वयम् एतेषां विषये न चिन्तयामः तथा च एताः सर्वाः घटनाः कार्यकरणं स्थगयेयुः, तर्हि किं भविष्यति?

7.1.3 एतानि ऊतकानि कथं रक्ष्यन्ते?

मस्तिष्कवत् कोमलानि अङ्गानि यानि विविधक्रियार्थं बहु आवश्यकानि सन्ति, एतानि सावधानतया रक्षणीयानि अपि। एतदर्थं शरीरस्य अभिकल्पना एवं प्रकारेण कृता यत् मस्तिष्कम् एकस्याम् अस्थिपेटिकायाम् अवस्थितं भवति। पेटिकायाः अन्तः तरलपूर्णे वायुगोले मस्तिष्कं भवति यत् प्रघातावशोषकं प्रददाति। यदि भवान् स्वहस्तं कटिप्रदेशस्य मध्यभागात् अधः नयति तर्हि भवान् एकां कठोराम् उच्चसंरचनां च अनुभविष्यति। एषः कशेरुकादण्डः अथवा मेरुदण्डः अस्ति यः मेरुरज्जुं रक्षति।

7.1.4 तन्त्रिका-ऊतकानि कथं क्रियां कुर्वन्ति?

अधुना पर्यन्तं वयं तन्त्रिका-ऊतकस्य चर्चां कुर्वन्तः आस्म, एतत् कथं सूचनाः एकत्र करोति, एताः शरीरे प्रेषयति, सूचनाः संसाधयति, सूचनानाम् आधारेण निर्णयं स्वीकरोति तथा च पेशीपर्यन्तं क्रियार्थं निर्णयं संवाहयति। अपरशब्देषु, यदा क्रिया अथवा गतिः उत्पद्यते तदा पेशी-ऊतकानि अन्तिमं कार्यं करिष्यन्ति। जन्तुपेश्यः कथं गतिं कुर्वन्ति? यदा तन्त्रिकावेगः पेशीपर्यन्तं प्राप्नोति तदा पेश्यः गतिं कुर्युः। एकस्नायुकोशिका कथं गतिं करोति? कोशिकीयस्तरे गत्यर्थम् अतीव सरला धारणा अस्ति यत् पेशीकोशिकाः स्वाकृतिं परिवर्त्य गतिं कुर्वन्ति। अतः आगामी प्रश्नः अस्ति यत् पेशीकोशिकाः आकृतिं कथं परिवर्तयन्ति? एतेषाम् उत्तरं कोशिकीय-अवयवानां रसायने निहितम् अस्ति। पेशीकोशिकासु विशेषप्रकारकं प्रोभूजिनं भवति यत् तेषाम् आकृतिं तथा च व्यवस्थां द्वयम् अपि परिवर्तयति कोशिकासु एषा तन्त्रिका विद्युदावेगस्य अनुक्रियायाः फलस्वरूपतः भवति। यदा एषा घटना भवति तदा एतेषां प्रोभूजिनानां नूतना व्यवस्था पेशीनां कृते नूतनाकृतिं ददाति। स्मरन्तु यदा वयं नवमकक्ष्यायां पेशीय-ऊतकानां विषये चर्चां कृतवन्तः आस्म तदा विविधाः पेश्यः यथा ऐच्छिकपेश्यः अनैच्छिकपेश्यः आसन्। अधुना पर्यन्तं वयं यां चर्चां कृतवन्तः एतस्याः आधारेण भवतां विचारेण का भिन्नता भवितुं शक्नोति?

प्रश्नाः

1. प्रतिवर्तिक्रियायाः तथा च भ्रमणस्य मध्ये का भिन्नता अस्ति?
2. द्वितन्त्रिकाकोशिकयोः मध्ये अन्तर्ग्रथने (सिनेप्स) किं भवति?
3. मस्तिष्कस्य कः भागः शरीरस्य स्थितिं तथा च सन्तुलनम् अनुरक्षति?
4. वयम् एकस्याः धूमवर्तिकायाः गन्धं कथम् अवगच्छामः?
5. प्रतिवर्तिक्रियायां मस्तिष्कस्य भूमिका का अस्ति?

7.2 पादपेषु समन्वयः

शरीरस्य क्रियाणां नियन्त्रणाय तथा च समन्वयाय जन्तुषु तन्त्रिकातन्त्रं भवति। किन्तु पादपेषु न तन्त्रिकातन्त्रं भवति नैव पेश्यः भवन्ति। अतः ते उद्दीपनं प्रति अनुक्रियां कथं कुर्वन्ति? यदा वयं लाजवन्तीपादपस्य पर्णानि स्पृशामः तदा सङ्कोचनम् आरभन्ते तथा च अधः अवनमन्ति। यदा एकं बीजम् अङ्कुरितं भवति तदा तस्य मूलानि अधः गच्छन्ति तथा च काण्डम् उपरि गच्छति। जानन्ति किं भवति? लाजवन्त्याः पर्णानि स्पर्शस्य अनुक्रियया बहुतीव्रतया गतिं कुर्वन्ति। एतया गत्या वृद्धेः कोऽपि सम्बन्धः नास्ति। अपरत्र, नवोद्भिदस्य दिशात्मकगतिः वृद्धेः कारणं भवति। यदि एतस्याः गतिः कथञ्चिदपि अवरुद्धा स्यात् तदा एषा कामपि गतिं न प्रदर्शयिष्यति। अतः पादपाः भिन्नप्रकारकं गतिद्वयं दर्शयन्ति - एका वृद्धौ आश्रिता अस्ति अपरा च वृद्धौ मुक्ता।

चित्रम् 7.4 लाजवन्त्याः पादपः

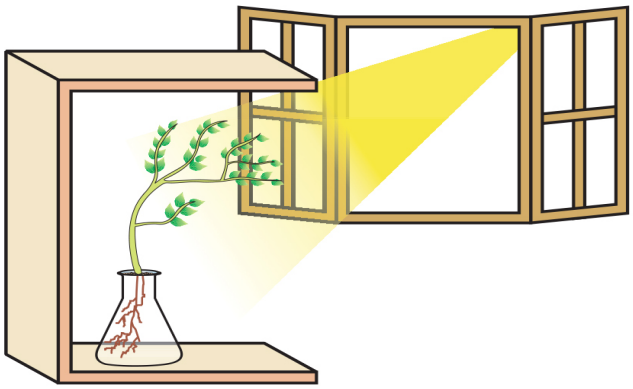
7.2.1 उद्दीपनस्य कृते तात्कालिकी अनुक्रिया

आगच्छन्तु प्रथमविधां गतिं विचारयामः यथा लाजवन्तीपादपस्य गतिः। यतोहि एषः वृद्ध्या सम्बद्धः नास्ति, पादपः स्पर्शस्य अनुक्रियायाः फलस्वरूपतः स्वपर्णेषु गतिं कुर्यात्। किन्तु अत्र किम् अपि तन्त्रिका-ऊतकं नास्ति नैव च किञ्चन पेशी-ऊतकम्। पुनः पादपः कथं स्पर्शं संसूचयति तथा च केन प्रकारेण अनुक्रियायां पर्णानि गतिं कुर्वन्ति?

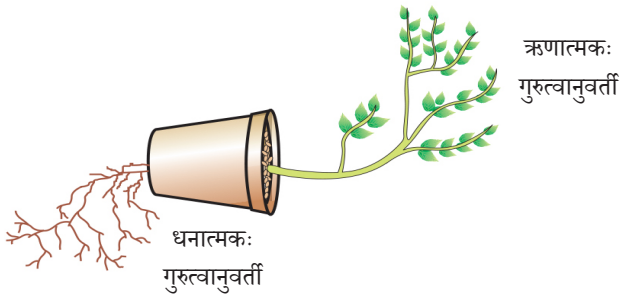
यदि वयं विचारयामः यत् पादपः कस्मिन् बिन्दौ स्पर्श्यते तथा च पादपस्य कस्मिन् भागे गतिः भवति एतत् व्यक्तम् अस्ति यत् स्पर्शकबिन्दुः तथा च गतिबिन्दुः उभौ अपि भिन्नौ स्तः। अतः स्पर्शस्य सूचना सञ्चरेत्। पादपः एतां सूचनाम् एककोशिकातः अपरकोशिकापर्यन्तं सञ्चरणाय वैद्युतरसायनसाधनस्य अपि उपयोगं कुर्वन्ति किन्तु जन्तुवत् पादपेषु सूचनानां चालनाय कानिचित् अपि विशिष्टीकृतानि ऊतकानि नैव भवन्ति। अन्ते जन्तुवत् एव गतिं कर्तुं काभिश्चित् कोशिकाभिः स्वस्य आकृतिः परिवर्तनीया। पादपकोशिकासु जन्तुपेशीकोशिकावत् विशिष्टीकृतानि प्रोभूजिनानि तु नैव भवन्ति अपि तु तानि जलस्य मात्रां परिवर्त्य स्वस्य आकृतिं परिवर्तयन्ति, परिणामस्वरूपतः प्रफुल्लने अथवा सङ्कोचने तेषाम् आकारः परिवर्तते।

7.2.2 वृद्धेः कारणं गतिः

हरेणुपादपवत् केचन पादपाः अन्यपादपेषु अथवा परिधौ प्रतानस्य साहाय्येन उपरि आरोहन्ति। एतानि प्रतानानि स्पर्शार्थं संवेदनशीलानि सन्ति। यदा एतानि कस्यचित् आधारस्य सम्पर्के आगच्छन्ति तदा प्रतानस्य सः भागः यः वस्तुनः सम्पर्के भवति, तावत् तीव्रतया वृद्धिं न करोति यावत् प्रतानस्य सः भागः, यः वस्तुना दूरे भवति। एतेन कारणेन प्रतानं वस्तु सर्वतः बन्धनं करोति। सामान्यतः, पादपाः निर्दिष्टदिशि मन्दं गतिं कृत्वा उद्दीपनं प्रति अनुक्रियां कुर्वन्ति। यतोहि एषा वृद्धिः दिशात्मिकी अस्ति एतेन एवं प्रतीयते यत् पादपाः गतिं कुर्वन्ति। आगच्छन्तु एतादृशीं गतिम् एकस्य उदाहरणस्य साहाय्येन अवगच्छामः।



चित्रम् 7.5 प्रकाशस्य दिशि पादपस्य अनुक्रिया



चित्रम् 7.6 गुरुत्वानुवर्तनं दर्शयन् पादपः

क्रियाकलापः 7.2

- एकं शङ्क्वाकारम् उष्णरक्षकं जलेन पूरयन्तु।
- उष्णरक्षकस्य ग्रीवां तन्त्रीजालेन आच्छादयन्तु।
- एकं प्रत्यग्रं लघुशिम्ब्याः पादपं तन्त्रीजाले एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यत् तस्य मूलानि जले निमज्जितानि भवेयुः।
- एकस्मात् पक्षात् उद्घाटितां स्थूलकार्पासस्य एकां पेटिकां स्वीकुर्वन्तु।
- उष्णरक्षकं पेटिकायाम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यत् पेटिकायाः उद्घटितः भागः वातायनं प्रति स्यात् यतः प्रकाशः आगच्छति (चित्रम् 7.5)।
- द्वित्रदिनानन्तरं भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् प्ररोहः प्रकाशं प्रति अवनमति तथा च मूलानि प्रकाशात् दूरं गच्छन्ति।
- अधुना उष्णरक्षकम् एवं प्रकारेण भ्रामयन्तु यत् प्ररोहः प्रकाशात् दूरे तथा च मूलानि प्रकाशं प्रति भवेयुः। एतम् एतस्याम् अवस्थायां केभ्यश्चित् दिनेभ्यः विक्षोभरहितं त्यजन्तु।
- किं प्ररोहस्य मूलस्य च पुरातनभागाः दिशं परिवर्तितवन्तः।
- किम् एताः भिन्नताः वृद्धेः अवस्थायां सन्ति?
- एतेन क्रियाकलापेन वयं कं निष्कर्षं प्राप्नुमः?

पर्यावरणीयप्रेरणा यथा प्रकाशः अथवा गुरुत्वं पादपस्य वृद्धिभागे दिशं परिवर्तयति। दिग्दर्शकाः अथवा अनुवर्तनगतयः उद्दीपनं प्रति अथवा विपरीतदिशि भवितुं शक्नुवन्ति। अतः एतौ द्वौ भिन्नप्रकारकेषु प्रकाश-अनुवर्तनगतिषु प्ररोहः प्रकाशं प्रति परावर्त्य अनुक्रिया तथा च मूलानि एतस्मात् दूरे परावर्त्य अनुक्रियां कुर्वन्ति। एतत् पादपस्य सहायतां कथं करोति?

पादपाः अन्येभ्यः उद्दीपनेभ्यः अपि अनुक्रियां कृत्वा अनुवर्तनं दर्शयन्ति। एकस्य पादपस्य मूलानि सदैव अधः प्रति वृद्धिं कुर्वन्ति यद्यपि प्ररोहः प्रायः उपरितलं प्रति तथा च पृथिवीतः दूरे वृद्धिं कुर्वन्ति। एतत् प्ररोहे तथा च मूले क्रमशः उर्ध्वगामिनी तथा च अधोगामिनी वृद्धिः पृथिव्याः अथवा गुरुत्वकर्षणस्य अनुक्रिया निःसन्देहं गुरुत्वानुवर्तनम् अस्ति (चित्रम् 7.6)। यदि जलस्य अर्थः पानीयं तथा च रसायनस्य अर्थः रासायनिकपदार्थः स्यात् तर्हि जलानुवर्तनस्य तथा च रसायनानुवर्तनस्य कः अर्थः भविष्यति? किं वयम् एतादृशीनां दिशात्मकवृद्धिगतीनाम् उदाहरणविषये विचारयितुं शक्नुमः। रसायनानुवर्तनस्य एकम् उदाहरणं परागनलिकायाः बीजाण्डं प्रति वृद्धिः अस्ति यस्य विषये वयम् अधिकं ज्ञानं जीवेषु जननप्रक्रमस्य अध्ययनसमये प्राप्स्यामः।

आगच्छन्तु, एकवारं वयं पुनः विचारयामः यत् बहुकोशीयजीवानां शरीरे सूचनाः केन प्रकारेण सञ्चरन्ति। लाजवन्त्यां स्पर्शस्य अनुक्रियया गतिः बहु तीव्रा अस्ति। अपरत्र, रात्रेः दिवसस्य च अनुक्रियायां पुष्पाणां गतिः बहु मन्दा अस्ति।

पादपस्य वृद्धिसम्बद्धाः गतयः अपि मन्दाः भवन्ति।

जन्तुशरीरे अपि वृद्धेः कृते सावधानपूर्वकं नियन्त्रिताः दिशः भवन्ति। अस्माकं स्कन्धाः अङ्गुलयः च यदृच्छया अभूत्वा निश्चित-दिशि वृद्धिं कुर्वन्ति। नियन्त्रिता गतिः मन्दा तीव्रा वा भवितुं शक्नोति। यदि उद्दीपनाय तीव्रा अनुक्रिया भवति तर्हि सूचनानां स्थानान्तरणम् अपि बहुतीव्रा भवेत्। एतदर्थं तीव्रगत्या चलितुं सञ्चरणमाध्यमं भवेत्। एतदर्थं विद्युदावेगः एकम् उत्तमं साधनम् अस्ति। किन्तु विद्युदावेगस्य उपयोगाय सीमाः सन्ति। सर्वप्रथमं तानि केवलं ताः कोशिकाः यावदेव प्राप्स्यति याः तन्त्रिका-ऊतकैः युक्ताः, जन्तुशरीरस्य प्रत्येकं कोशिकापर्यन्तं न। द्वितीयः एकवारम् एकस्यां कोशिकायां विद्युदावेगः जायते तथा च सञ्चरति चेत् पुनः नूतनावेगस्य जननाय तथा च सञ्चरणाय कोशिकाः पुनः स्वकार्यविधिं सुचारुरूपेण कर्तुं कञ्चित् समयं स्वीकरिष्यन्ति। अपरशब्देषु कोशिकाः सततं विद्युदावेगं न जनयितुं नैव सञ्चारयितुं शक्नुवन्ति। एतस्मिन् किमपि आश्चर्यं नास्ति यत् अधिकांशाः बहुकोशीयजीवाः कोशिकानां मध्ये सञ्चाराय अन्यसाधनानाम् उपयोगं कुर्वन्ति। वयं पूर्वमेव रासायनिकसञ्चरणस्य सन्दर्भं दत्तवन्तः।

यदि एकस्य विद्युदावेगस्य जननस्य अपेक्षया उद्दीपिताः कोशिकाः एकस्य रासायनिकयौगिकस्य मोचनस्य प्रारम्भं कुर्युः तर्हि एषः यौगिकः समीपस्थासु सर्वासु कोशिकासु विसृतः भविष्यति। यदि समीपस्थानाम् अन्यकोशिकानां समीपे एतं यौगिकं संसूचयितुं (detect) साधनानि स्युः तर्हि तेषां तले विशेषाणून् उपयुज्य ते सूचनाः अभिज्ञातुं (recognise) योग्याः भविष्यन्ति तथा च एतान् सञ्चारयिष्यन्ति अपि। यतोहि एषः प्रक्रमः बहु मन्दः भविष्यति, किन्तु एतत् तन्त्रिकासम्बन्धं विना अपि शरीरस्य सर्वाः कोशिकाः यावत् प्राप्स्यति तथा च एषः अपरवर्ती स्थायी च कर्तुं शक्यते। बहुकोशीयजन्तुभिः नियन्त्रणाय तथा च समन्वयनाय प्रयुक्ताः अन्तःस्रावाः अस्माकम् आशायाः अनुरूपं विविधतां दर्शयन्ति। विविधपादपाः अन्तःस्राववृद्धिं, विकासं तथा च पर्यावरणं प्रति अनुक्रियायाः समन्वयने सहायतां कुर्वन्ति। एतेषां संश्लेषणस्य स्थानम् एतेषां क्रियाक्षेत्रात् दूरे भवति तथा च साधारणविस्तरेण ते क्रियाक्षेत्रपर्यन्तं प्राप्नुवन्ति।

आगच्छन्तु , वयम् एकम् उदाहरणं स्वीकुर्मः यत् वयं पूर्वं कृतवन्तः (क्रियाकलापः7.2)। यदा वृद्धिं कुर्वन् पादपः प्रकाशं संसूचयति (detect) एकः अन्तःस्रावः यः ऑक्सिन कथ्यते, एषः अग्रभागे संश्लिष्यति तथा च कोशिकानां दीर्घतायां वृद्धौ च सहायकः भवति। यदा पादपेषु एकस्मात् प्रकाशः आगच्छति तदा अन्तःस्रावः विस्तीर्णः भूत्वा प्ररोहस्य छायायुक्तभागेषु आगच्छति। प्ररोहस्य प्रकाशात् दूरभागे अन्तःस्रावस्य सान्द्रणकोशिकाः दीर्घतायां वृद्ध्यर्थं उद्दीपयन्ति। अतः पादपः प्रकाशं प्रति अवनतः दृश्यते ।

पादप-अन्तःस्रावस्य अपरम् उदाहरणं जिब्बेरेलिन अस्ति यत् ऑक्सिनवत् काण्डस्य वृद्धौ सहायकं भवन्ति। साइटोकाइनिन कोशिकाविभाजनं प्रेरयति अतः एतत् तेषु क्षेत्रेषु यत्र कोशिकाविभाजनं तीव्रं भवति, विशेषरूपेण फलेषु बीजेषु अधिकसान्द्रतायां प्राप्यते। एतानि तेषां पादपानाम् अन्तःस्रावस्य उदाहरणानि सन्ति यानि वृद्धौ साहाय्यं कुर्वन्ति। किन्तु पादपस्य वृद्धेः सन्दमनाय अपि सङ्केतानाम् आवश्यकता अस्ति। एब्सिसिक-अम्लः वृद्धेः सन्दमनान्तःस्रावस्य एकम् उदाहरणम् अस्ति । पर्णानां संकोचः एतस्य प्रभावेषु सम्मिलितः अस्ति।

प्रश्नाः

1. पादपान्तःस्रावः (हार्मोन) कः अस्ति?
2. लाजवन्तीपादपस्य पर्णानां गतिः, प्रकाशं प्रति प्ररोहस्य गतेः केन प्रकारेण भिन्ना अस्ति?
3. पादपान्तःस्रावस्य एकम् उदाहरणं ददतु यः वृद्धिं वर्धयति।
4. कञ्चित् आश्रयं परितः एकस्य प्रतानस्य वृद्धौ ऑक्सिन केन प्रकारेण सहायकम् अस्ति?
5. जलानुवर्तनदर्शनाय एकस्य प्रयोगस्य अभिकल्पनां कुर्वन्तु।

7.3 जन्तुषु अन्तःस्रावः (हार्मोन)

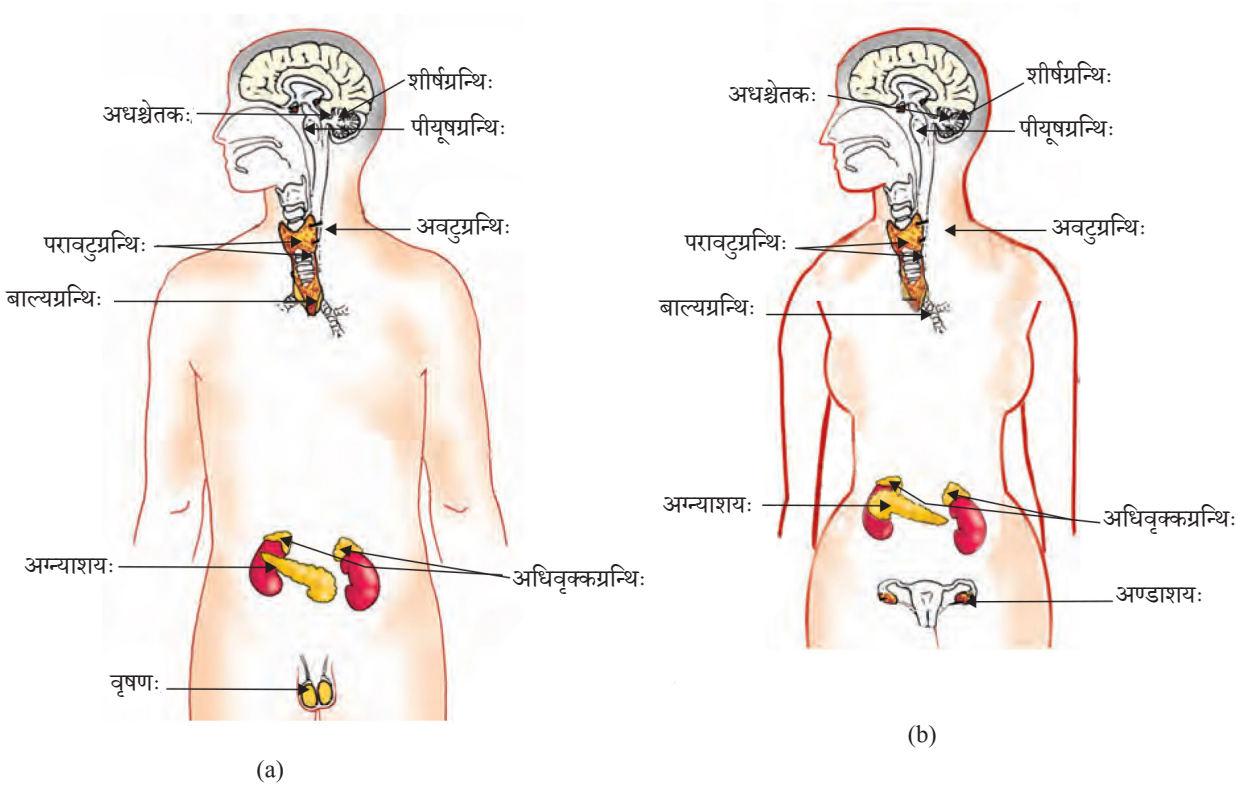
एतानि रसायनानि अथवा अन्तःस्रावाः जन्तुषु केन प्रकारेण सूचनानां सञ्चरणसाधनवत् प्रयुज्यन्ते। केचन जन्तवः यथा चिक्रोडं स्वीकरोतु, यदा ते विषमपरिस्थितिषु भवन्ति तदा किम् अनुभवन्ति? ते स्वशरीरं योद्धुं पलायितुं वा सज्जीकुर्वन्ति। उभे अपि जटिलक्रिये स्तः यस्य कृते नियन्त्रितपद्धत्या अत्यधिक-ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। विविधानाम् ऊतकानाम् उपयोगः भविष्यति तथा च तेषाम् एकीकृताः क्रियाः मिलित्वा एतानि कार्याणि करिष्यन्ति। यद्यपि योधनं तथा च धावनं, द्वे एकान्तरक्रिये परस्परं भिन्ने स्तः। अतः अत्र एकास्थितिः अस्ति यस्यां काश्चन सामान्याः सज्जताः शरीरे लाभप्रदाः क्रियन्ते। एताः क्रियाः आदर्शरूपेण भविष्ये कामपि क्रियां सरलीकरिष्यन्ति। एतत् सर्वं कथम् उपलप्स्यते?

यदि चिक्रोडे शरीराभिकल्पः तन्त्रिकाकोशिकाभिः केवलं विद्युदावेगे आश्रितः भविष्यति तर्हि आगामिक्रियाः कर्तुं प्रशिक्षित-ऊतकानां परिसरः सीमितः भविष्यति। अपरत्र, यदि रासायनिकः सङ्केतः अपि प्रेषितः अभविष्यत् तर्हि एतत् शरीरस्य सर्वाः कोशिकाः यावत् प्राप्तः स्यात् तथा च आवश्यकः परिवर्तिपरिसरः बृहत् अभविष्यत्। अधिवृक्कग्रन्थिना स्रावित-अधिवृक्करस-अन्तःस्रावद्वारा मनुष्यसहितेषु अनेकजन्तुषु एतत् क्रियते। एतेषां ग्रन्थीनां शरीरे स्थितिं ज्ञातुं 7.7 चित्रं पश्यन्तु।

अधिवृक्करसः साक्षात् रुधिरे स्राव्यते तथा च शरीरस्य विभिन्नभागपर्यन्तं प्रापयति। हृदयसहितम् एतत् लक्ष्याङ्गेषु अथवा विशिष्ट-ऊतकेषु कार्यं करोति। परिणामस्वरूपतः हृदयस्पन्दनं वर्धते यतोहि अस्माकं पेशीनाम् अधिकप्राणवायोः आपूर्तिः स्यात्। पाचनतन्त्रे तथा च त्वचि रुधिरस्य आपूर्तिः न्यूना भवति यतोहि एतेषाम् अङ्गानां लघुधमनीनां परिसरस्य पेश्यः संकुचिताः भवन्ति। एतत् रुधिरस्य मार्गम् अस्माकम् अस्थिपञ्जरं प्रति करोति। शरीरमध्यदेशः पार्श्वास्थिपेशीनां संकोचेन श्वसनानुपातः अपि वर्धते। एताः सर्वाः अनुक्रियाः मिलित्वा जन्तुशरीरं स्थित्या सह संघर्षं कर्तुं सज्जीकुर्वन्ति। एते जन्तवः हार्मोन-अन्तःस्राविग्रन्थीनां भागाः सन्ति ये अस्माकं शरीरे नियन्त्रणस्य तथा च समन्वयस्य अपरः मार्गः अस्ति।

क्रियाकलापः 7.3

- 7.7 चित्रं पश्यन्तु।
- चित्रे दर्शितान् अन्तःस्राविग्रन्थीन् परिजानन्तु।
- एतेभ्यः केचन ग्रन्थयः पुस्तके वर्णिताः। पुस्तकालये पुस्तकानां साहाय्येन तथा च अध्यापकैः सह चर्चयित्वा केषाञ्चन अन्यग्रन्थीनां कार्यविषये ज्ञानं प्राप्नुवन्तु।



चित्रम् 7.7 मानवस्य अन्तःस्राविग्रन्थयः (क) नरः, (ख) स्त्री

स्मरन्तु यत् पादपेषु अन्तःस्रावाः भवन्ति ये दिशात्मकवृद्धिं नियन्त्रयन्ति। जन्तु-अन्तःस्रावाः किं कार्यं कुर्वन्ति? एतस्य विषये, वयं तेषां भूमिकायाः कल्पनां दिशात्मकवृद्धौ कर्तुं न शक्नुमः। वयं कञ्चिदपि जन्तुं प्रकाशे अथवा गुरुत्वे आश्रितं कस्याञ्चिदपि एकदिशि वृद्धिं कुर्वन्तं कदापि न दृष्टवन्तः! किन्तु यदि वयम् एतस्य विषये अधिकं चिन्तयामः तर्हि एतत् साक्षि भविष्यति यत् जन्तूनां शरीरे अपि सावधानतया नियन्त्रितेषु स्थानेषु वृद्धिः भवति। उदाहरणार्थं पादपाः स्वशरीरे अनेकेषु स्थानेषु पर्णानि उत्पादयन्ति, किन्तु वयं स्वमुखे अङ्गुलीः न उत्पादयामः। अस्माकं शरीरस्य अभिकल्पना, बालानां वृद्धिसमये अपि सावधानतया अनुरक्षिता अस्ति।

एतत् अवबोद्धुं समन्वितवृद्धौ अन्तःस्रावाः कथं सहायतां कुर्वन्ति, आगच्छन्तु कानिचित् उदाहरणानि परिशीलयामः। लवणस्य पोटलिकायां वयं सर्वेऽपि दृष्टवन्तः 'जम्बुकीयुक्तलवणम्' 'जम्बुक्या संवर्धितं वा।' अस्माभिः स्वस्य आहारे

जम्बुकीयुक्तलवणस्य स्वीकरणम् इति किमर्थम् आवश्यकम्? अवटुग्रन्थये थाइरॉक्सिन अन्तःस्रावं निर्मातुं जम्बुकी आवश्यकी अस्ति। थाइरॉक्सिन, (कार्बोहाइड्रेट), प्रोभूजिनं तथा च वसायाः उपापचयम् अस्माकं शरीरे नियन्त्रयति यतोहि वृद्ध्यर्थम् उत्कृष्टसन्तुलनस्य उपलब्धिः कारयितुं शक्येत। थाइक्सिन इत्यस्य संश्लेषणाय जम्बुकी अनिवार्या अस्ति। यदि अस्माकम् आहारे जम्बुक्याः न्यूनता अस्ति तर्हि एतस्य सम्भावना अस्ति यत् गण्डमालया ग्रसिताः भवितुं शक्नुवन्ति। अस्य रोगस्य एकं लक्षणं प्रफुल्लग्रीवा अस्ति। किं भवन्तः एतं 7.7 चित्रे अवटुग्रन्थेः स्थित्या सम्बद्धुं शक्नुवन्ति?

कदाचित् वयम् एतादृशजनानां सम्पर्के आगच्छामः ये बहुवामनाः भवन्ति अथवा बहु अधिकम् उन्नताः भवन्ति। किं कदाचित् भवताम् आश्चर्यम् अभवत् एतत् कथं भवतीति? पीयूषग्रन्थिना स्रवति अन्तःस्रावे काचित् वृद्धिः अन्तःस्रावः अस्ति। यथा एतस्य नाम सूचयति वृद्धेः अन्तःस्रावः शरीरस्य वृद्धिं विकासं च नियन्त्रयति। यदि बाल्यकाले एतस्य अन्तःस्रावस्य न्यूनता भवति तर्हि एतत् वामनत्वस्य कारणं भवति।

यदा भवताम् अथवा भवतां मित्राणाम् आयुः 10-12 वर्षाणि आसन् तदा भवद्भिः स्वस्मिन् तथा च तेषाम् अन्तः बह्व्यः नाटकीयभिन्नताः दृष्टाः स्युः। एतानि परिवर्तनानि यौवनस्य आरम्भेण सह सम्बद्धाः सन्ति यतोहि नरे वृषणिः तथा च स्त्रियाम् एस्ट्रोजन स्रवति।

किं भवन्तः स्वपरिवारस्य मित्रेषु कमपि जानन्ति यस्मै वैद्येन स्वस्य आहारे न्यूनशर्करां स्वीकर्तुं परामर्शः दत्तः यतोहि ते मधुमेहस्य रोगिणः सन्ति। उपचाररूपेण मधुसूदन्याः सूच्यौषधम् अपि स्वीकुर्वन्ति। एषः एकः अन्तःस्रावः अस्ति यस्य उत्पादनम् अग्न्याशये भवति तथा च रुधिरे शर्करास्तरं नियन्त्रयितुं सहायतां करोति। यदि एतत् उचितमात्रायां न स्रवति तर्हि रुधिरे शर्करास्तरः वर्धते तथा च बहूनां हानिकारकप्रभावाणां कारणं भवति।

यदि एतत् एतावत् आवश्यकं यत् अन्तःस्रावस्य स्रावणं परिशुद्धमात्रायां भवेत् अस्माकं कृते एकस्य क्रियाविधेः आवश्यकता अस्ति येन एतत् क्रियते। स्रवतः अन्तःस्रावस्य समयस्य मात्रायाः च नियन्त्रणं पुनर्भरणक्रियाविधिना क्रियते। उदाहरणार्थं, यदि रुधिरे शर्करास्तरः वर्धते तर्हि एतम् अग्न्याशयस्य कोशिका संसूचयति तथा च अस्य अनुक्रियायाम् अधिकमधुसूदनीं स्रावयति। यदा रुधिरे शर्करास्तरः न्यूनः भवति तदा मधुसूदन्याः स्रावणं न्यूनं भवति।

प्रश्नाः

1. जन्तुषु रासायनिकः समन्वयः कथं भवति?
2. जम्बुकीयुक्तलवणम् उपयोक्तुं परामर्शः किमर्थं दीयते?
3. यदा अधिवृक्करसः रुधिरे स्रवति तदा अस्माकं शरीरे का अनुक्रिया भवति?
4. केषाञ्चन मधुमेहरोगिणां चिकित्सा मधुसूदन्याः सूच्यौषधं दत्वा किमर्थं क्रियते?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- अस्माकं शरीरे नियन्त्रणस्य तथा च समन्वयस्य कार्यं तन्त्रिकातन्त्रस्य तथा च अन्तःस्रावस्य अस्ति।
- तन्त्रिकातन्त्रस्य अनुक्रिया प्रतिवर्तिक्रियायाम् ऐच्छिकक्रियायाम् अनैच्छिकक्रियायां वा वर्गीकर्तुं शक्यते।
- सन्देशं सञ्चारयितुं तन्त्रिकातन्त्रं विद्युदावेगस्य प्रयोगं करोति।
- तन्त्रिकातन्त्रम् अस्माकं ज्ञानेन्द्रियद्वारा सूचनाः प्राप्नोति तथा च अस्माकं पेशीद्वारा क्रियां करोति।
- रासायनिकं समन्वयं पादपेषु तथा च जन्तुषु उभयत्र अपि द्रष्टुं शक्यते।
- अन्तःस्रावाः जीवस्य एकस्मिन् भागे उत्पद्यन्ते तथा च अपरस्मिन् भागे वाञ्छितं प्रभावं प्राप्तुं गतिं कुर्वन्ति।
- अन्तःस्रावस्य क्रियां पुनर्भरणक्रियाविधिः नियन्त्रयति।

अभ्यासः

1. निम्नलिखितेषु कः पादपान्तःस्रावः अस्ति?
   (a) मधुसूदनी (b) थायरॉक्सिन
   (c) एस्ट्रोजन (d) साइटोकाइनिन
2. द्वयोः तन्त्रिकाकोशिकयोः मध्ये रिक्तस्थानं कथ्यते-
   (a) द्रुमिका (b) अन्तर्ग्रथनम्
   (c) तन्त्रिकाक्षः (d) आवेगः
3. मस्तिष्कम् उत्तरदायि अस्ति
   (a) चिन्तनाय
   (b) हृदयस्पन्दनाय
   (c) शरीरस्य सन्तुलननिर्माणाय
   (d) उपर्युक्तानि सर्वाणि
4. अस्माकं शरीरे ग्राहिणः कः अर्थः? एतादृश्यां स्थित्यां विचारयन्तु यत्र ग्राही उचितप्रकारेण कार्यं न करोति। काः समस्याः उत्पन्नाः भवितुं शक्नुवन्ति?
5. एकस्याः तन्त्रिकाकोशिकायाः संरचनां निर्मान्तु तथा च अस्य कार्याणि वर्णयन्तु।
6. पादपे प्रकाशानुवर्तनं केन प्रकारेण भवति?
7. मेरुरज्जु-आघाते केषां सङ्केतानाम् आगमने व्यवधानं भविष्यति?
8. पादपे रासायनिकसमन्वयः केन प्रकारेण भवति?
9. एकस्मिन् जीवे नियन्त्रणस्य तथा च समन्वयतन्त्र्याः का आवश्यकता अस्ति?
10. अनैच्छिकक्रियाः तथा च प्रतिवर्तिक्रियाः परस्परं केन प्रकारेण भिन्नाः सन्ति?
11. जन्तुषु नियन्त्रणाय तथा च समन्वयनाय तन्त्रिकायाः तथा च अन्तःस्राव-क्रियाविधेः तुलनां व्यतिरेकं च कुर्वन्तु।
12. लाजवन्तीपादपस्य गतेः तथा च अस्माकं पादेषु जायमानायाः गतेः पद्धत्यां का भिन्नता अस्ति?

अष्टमः अध्यायः

जीवाः जननं कथं कुर्वन्ति

जीवानां जननस्य क्रियाविधेः विषये चर्चाकरणात् पूर्वम् आगच्छन्तु, वयम् एकं मूलभूतं प्रश्नं कुर्मः – जीवाः जननं किमर्थं कुर्वन्ति? वस्तुतः पोषणं, श्वसनम् अथवा उत्सर्जनादि आवश्यकानां जैवप्रक्रमाणां तुलनायां कस्यचित् जीवस्य कृते (व्यष्टि) जीवितुं जननम् आवश्यकं नास्ति। अपरत्र, जीवेन सन्ततिम् उत्पादयितुम् अत्यधिक-ऊर्जायाः व्ययः कर्त्तव्यः भवति। पुनः च जीवः तस्मिन् प्रक्रमे स्व-ऊर्जां कथं व्यर्थं कुर्यात्, यत् तस्मै जीवितुम् आवश्यकं नास्ति? कक्ष्यायाम् एतस्य प्रश्नस्य सम्भावित-उत्तरान्वेषणम् अतिरोचकं भविष्यति।

एतस्य प्रश्नस्य किमपि उत्तरं स्यात्, किन्तु स्पष्टम् एतत् यत् अस्माकं विभिन्नजीवाः एतदर्थं दृष्टिगोचराः भवन्ति, यतोहि ते जननं कुर्वन्ति। यदि सः जीवः एकलः अभविष्यत् तथा च कश्चन अपि जननद्वारा स्वसदृशव्यष्टेः उत्पत्तिं न करोति, तर्हि सम्भवम् अस्ति यत् अस्माभिः तेषाम् अस्तित्वस्य अपि ज्ञानं न अभविष्यत्। कस्याञ्चित् प्रजात्यां प्राप्यमाणानां जीवानां सङ्ख्या एव अस्मान् तेषाम् अस्तित्वं ज्ञापयति। अस्माभिः कथं ज्ञायते यत् द्वौ अपि एकस्याः एव जातेः सदस्यौ? सामान्यतः वयम् एवम् एतदर्थं वदामः यतोहि ते एकसमानाः दृश्यन्ते। अतः जनकाः जीवाः सन्ततिं सृजन्ति ये बहुसीमां यावत् तेषां समानाः दृश्यन्ते।

8.1 किं जीवाः पूर्णतः स्वप्रतिकृतेः सर्जनं कुर्वन्ति?

विभिन्नजीवानाम् अभिकल्पः, आकारः आकृतिः च समानाः सन्ति इति कारणेन एव ते सदृशाः प्रतीयन्ते। शरीरस्य अभिकल्पः समानः भवितुं तेषां रूपरेखाः अपि समानाः भवेयुः अतः स्वस्य आधारभूते स्तरे जननं जीवानाम् अभिकल्पस्य रूपरेखां सज्जीकरोति। नवमकक्ष्यायां भवन्तः पठितवन्तः यत् कोशिकानां केन्द्रकेषु प्राप्यमाणानां गुणसूत्राणां डी.एन.ए.-DNA डि. आक्सीराइबोन्यूक्लीक-अम्लस्य अणुषु आनुवांशिकगुणानां सन्देशाः भवन्ति ये जनकात् सन्ततौ वंशक्रमे आगच्छति। एतस्य सन्देशस्य भिन्नावस्थायां जायमानं प्रोभूजिनम् अपि भिन्नं भविष्यति। विभिन्नप्रोभूजिनानां कारणेन शारीरिके अभिकल्पे अपि विविधताः भविष्यन्ति।

अतः जननस्य मूलघटना डी.एन.ए. (DNA) इत्यस्य प्रतिकृतेः निर्माणम्। डी.एन.ए. इत्यस्य प्रतिकृतिं निर्मातुं कोशिकाः

विभिन्नरासायनिकक्रियाणाम् उपयोगं कुर्वन्ति। जननकोशिकायाम् एवं प्रकारेण डी.एन.ए इत्यस्य प्रतिकृतिद्वयं निर्मीयते तथा च परस्परं तस्य पृथक्करणम् आवश्यकम् अस्ति। किन्तु डी.एन.ए इत्यस्य एकां प्रतिकृतिं मूलकोशिकायां स्थापयित्वा अन्यस्याः प्रतिकृतेः ततः बहिः निस्सारणेन कार्यं न चलिष्यति यतोहि अपरप्रतिकृतेः समीपे जैवप्रक्रमाणाम् अनुरक्षणनिमित्तं सङ्घटिता कोशिकीया संरचना तु न भविष्यति। अतः डी.एन.ए इत्यस्य प्रतिकृतेः निर्माणेन सह एव अपरकोशिकीयसंरचनानां सर्जनम् अपि भवति, तदनन्तरं डी.एन.ए. इत्यस्य प्रतिकृतयः वियुक्ताः भवन्ति। परिणामतः एका कोशिका विभाजिता भूत्वा द्वे कोशिके निर्माति।

एते द्वे कोशिके यद्यपि एकसमाने स्तः, किन्तु किं ते पूर्णरूपेण समरूपे स्तः? एतस्य प्रश्नस्य उत्तरम् एतं विषयम् आश्रयति यत् प्रतिकृतेः प्रक्रियाः कियत्या यथार्थतया सम्पाद्यन्ते। काचित् अपि जैवरासायनिकी प्रक्रिया पूर्णरूपेण विश्वसनीया नैव भवति। अतः एतत् अपेक्षितम् अस्ति यत् डी.एन.ए. प्रतिकृतेः प्रक्रियायां काचन विभिन्नता आगमिष्यति। परिणामतः, निर्मीयमाणाः डी.एन.ए. प्रतिकृतयः एकसमानाः तु भविष्यन्ति किन्तु मौलिकं डी.एन.ए. इत्यस्य समरूपं न भविष्यति। भवितुं शक्नोति यत् काश्चन विभिन्नताः एतावत्याः उग्राः स्युः यत् डी.एन.ए. इत्यस्य नूतनप्रतिकृतिः स्वकोशिकीयसङ्घटनेन सह समायोजिता न भवेत्। एतादृश्यः सन्ततिकोशिकाः म्रियन्ते। अपरत्र, डी,एन.ए. प्रतिकृतेः विभिन्नताः एतावत्यः उग्राः नैव भवन्ति। अतः सन्ततिकोशिकाः समानाः सत्यः अपि केनचित् रूपेण परस्परं भिन्नाः भवन्ति। जनने जायमानाः एताः विभिन्नताः जैवविकासस्य आधाराः सन्ति, यस्य चर्चां वयम् अग्रिमे अध्याये करिष्यामः।

8.1.1 विभिन्नतायाः महत्त्वम्

स्वस्य जननक्षमतायाः उपयोगं कृत्वा जीवानां समष्टिः पारितन्त्रे स्थानम् अथवा आवासं गृह्णाति। जननसमये डी.एन.ए. प्रतिकृतेः अविरोधः जीवस्य शारीरिकसंरचनार्थं तथा च आकृत्यर्थम् अतीव महत्त्वपूर्णम् अस्ति यः तं विशिष्टावासयोग्यं निर्माति। अतः कस्याश्चित् उपजातेः समष्टेः स्थायित्त्वस्य सम्बन्धः जननेन सह अस्ति।

किन्तु, निकेते अनेकपरिवर्तनानि आगन्तुं शक्नुवन्ति यानि जीवानां नियन्त्रणात् बहिः सन्ति। पृथिव्याः तापः न्यूनः अधिकः वा भवितुं शक्नोति, जलस्तरे परिवर्तनम् अथवा कस्यचित् उल्कापिण्डस्य अपघट्टनम् एतस्य कानिचित् उदाहरणानि सन्ति। यदि एका समष्टिः स्वनिकेतस्य अनुकूला अस्ति तथा च निकेते कानिचित् उग्रपरिवर्तनानि आगच्छन्ति तर्हि एतादृश्याम् अवस्थायां समष्टेः समूलविनाशः अपि सम्भवति। किन्तु, यदि समष्टेः जीवेषु काश्चन विभिन्नताः भविष्यन्ति तर्हि तेषां जीवनस्य काचित् सम्भावना अस्ति। अतः शीतोष्णजले प्राप्यमाणानां जीवानां काचित् समष्टिः अस्ति तथा च वैश्विक-उष्मीकरणस्य (Global warming) कारणेन जलस्य तापः वर्धते चेत् प्रायशः जीवाणूनां व्यष्टिः मृता भविष्यति, किन्तु उष्णप्रतिरोधिक्षमतायुताः केचन परिवर्ताः एव जीवन्ति तथा च वृद्धिं कुर्वन्ति। अतः विभिन्नताः उपजातेः उत्तरजीवितायाः संरक्षणे उपयोगिन्यः सन्ति।

प्रश्नाः

1. डी.एन.ए. प्रतिकृतेः प्रजनने किं महत्त्वम् अस्ति?
2. जीवेषु विभिन्नताः प्रजात्यर्थं लाभदायिकाः सन्ति किन्तु व्यष्ट्यर्थम् आवश्यक्यः न सन्ति, किमर्थम्?

?

8.2 एकलजीवेषु प्रजननस्य विधिः

क्रियाकलापः 8.1

- 100 ml जले प्रायः 10 g शर्करां मिश्रयन्तु।
- एकस्यां परीक्षणनलिकायाम् एतस्य विलयनस्य 20 ml स्वीकृत्य तस्मिन् एकचुटम् अभिषवचूर्णं स्थापयन्तु।
- परीक्षणनलिकायाः मुखं तूलिकया आच्छाद्य कस्मिंश्चित् उष्णस्थाने स्थापयन्तु।
- 1, अथवा 2 घण्टानन्तरं, परीक्षणनलिकातः अभिषवसंवर्धस्य एकं बिन्दुम् अवसर्पिण्यां स्वीकृत्य तस्मिन् आवरणखण्डं स्थापयन्तु।
- सूक्ष्मदर्शिन्याः साहाय्येन अवसर्पिण्याः प्रेक्षणं कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 8.2

- मृदुरोटिकायाः एकं खण्डं जले निमज्य शीतले आर्द्रे अन्धकारमये च स्थाने स्थापयन्तु।
- आवर्धककाचस्य साहाय्येन अवसर्पिण्याः तलस्य निरीक्षणं कुर्वन्तु।
- एकसप्ताहस्य स्वनिरीक्षणं सञ्चिकायाम् अभिलिखन्तु।

अभिषवस्य वृद्धिः तथा च अन्यक्रियाकलापे कवकस्य वृद्धेः पद्धतेः तुलनां कुर्वन्तु तथा च अभिजानन्तु यत् अस्मिन् काः भिन्नताः सन्ति।

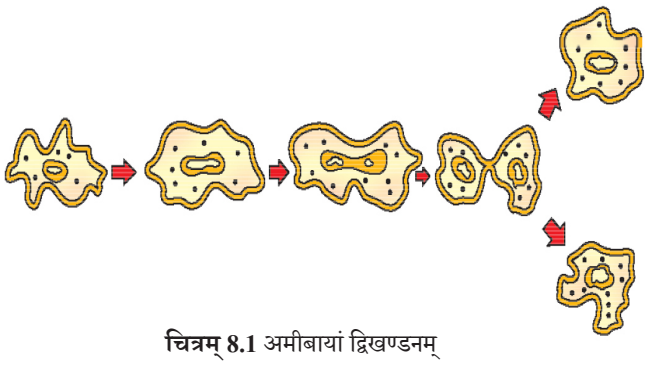
एतस्याः चर्चायाः अनन्तरं जननं कीदृशं कार्यं करोति, वयम् अवगच्छेम यत् विभिन्नाः जीवाः वस्तुतः केन प्रकारेण जननं कुर्वन्ति। विभिन्नजीवानां जननस्य विधिः तेषां शारीरिक-अभिकल्पम् आश्रयति।

8.2.1 विखण्डनम्

एककोशिकजीवेषु कोशिकाविभाजनेन अथवा विखण्डनेन नूतनजीवानाम् उत्पत्तिः भवति। विखण्डनस्य अनेकाः पद्धतयः निरीक्षिताः सन्ति। अनेके जीवाणवः तथा च जीवगणानां कोशिकाः विभाजनद्वारा सामान्यतः समाने भागद्वये विभक्ताः भवन्ति। अमीबादिषु जीवेषु कोशिकाविभाजनं कस्माच्चित् अपि तलात् भवितुं शक्नोति।

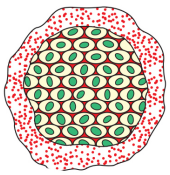
क्रियाकलापः 8.3

- अमीबायाः स्थायिन्याः अवसर्पिण्याः सूक्ष्मदर्शिन्या प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- एवं प्रकारेण अमीबायाः द्विखण्डनस्य स्थायिन्याः अवसर्पिण्याः प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- अधुना द्वयोः अवसर्पिण्योः तुलनां कुर्वन्तु।



चित्रम् 8.1 अमीबायां द्विखण्डनम्

किन्तु, केषुचित् एककोशीयजीवेषु शारीरिकसंरचना अधिका सङ्घटिता भवति। उदाहरणार्थं, कालाजारस्य रोगाणवः, कृष्णजारे (लेस्मानिया) कोशिकायाः एकस्मिन् भागे कषावत् सूक्ष्मसंरचना भवति। एतादृशजीवेषु द्विखण्डनम् एकस्मात् निर्धारिततलात् भवति। शीतज्वरपरजीविनः, प्लैज्मोडियम इत्यादयः एककोशिकजीवाः एकसार्धम् अनेकसन्तति-कोशिकासु विभाजिताः भवन्ति, यत् बहुखण्डनं कथ्यते।



चित्रम् 8.2 प्लैज्मोडियममध्ये बहुखण्डनम्

अपरत्र, अभिषवाः कोशिकातः पृथक् भवन्ति तथा च स्वतन्त्ररूपेण वृद्धिं कुर्वन्ति यथा वयं 8.1 क्रियाकलापे दृष्टवन्तः।

8.2.2 खण्डनम्

क्रियाकलापः 8.4

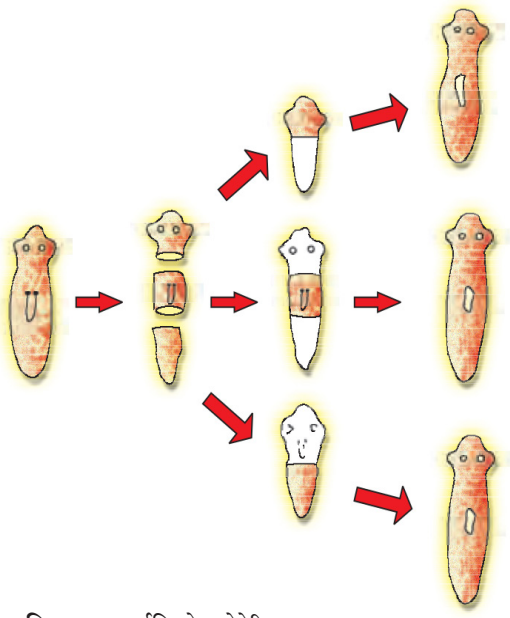
- कश्चन सरोवरः अथवा तडागः यस्य जलं गभीरहरितः दृश्यते यस्मिन् च तन्तोः समानाः संरचनाः स्युः, तस्मात् किञ्चित् जलम् एकत्र कुर्वन्तु।
- एकस्याम् अवसर्पिण्याम् एकं तन्तुं तन्तुद्वयं वा स्थापयन्तु।
- एतेषु तन्तुषु ग्लिसरीन इत्यस्य एकं बिन्दुं पातयित्वा आवरणखण्डेन आच्छादयन्तु।
- सूक्ष्मदर्शिन्याः अधः अवसर्पिण्याः प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- किं भवन्तः स्पाइरोगाइरा तन्तुषु विभिन्नानि ऊतकानि अभिज्ञातुं शक्नुवन्ति?

सरलसंरचनायुतेषु बहुकोशिकजीवेषु जननस्य सरलः विधिः कार्यं करोति। उदाहरणार्थं स्पाइरोगाइरा सामान्यतः विकसितः भूत्वा लघुषु खण्डेषु खण्ड्यते। एते खण्डाः वृद्धिं कृत्वा नूतनजीवेषु (व्यष्टौ) विकसिताः भवन्ति। 8.4 क्रियाकलापस्य प्रेक्षणस्य आधारेण किं वयम् एतस्य कारणम् अन्वेष्टुं शक्नुमः?

किन्तु एतत् सर्वं बहुकोशिकजीवानां कृते सत्यं नास्ति। ते सरलरूपेण कोशिकाशः विभाजिताः न भवन्ति। एवं किमर्थं भवति? एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् अधिकतया बहुकोशिकजीवाः विभिन्नानां कोशिकानां समूहमात्रम् एव न सन्ति। विशेषकार्यनिमित्तं विशिष्टाः कोशिकाः सङ्घटिताः भूत्वा ऊतकानि निर्मान्ति तथा च ऊतकानि सङ्घटितानि भूत्वा अङ्गानि निर्मान्ति, शरीरे एतेषां स्थितिः अपि निश्चिता भवति। एतादृशीषु सावधानासु व्यवस्थितासु परिस्थितिषु कोशिकाशः विभाजनम् अव्यावहारिकम् अस्ति। अतः बहुकोशिकानां जीवानां कृते जननार्थम् अपेक्षाकृत-अधिकजटिलविधेः आवश्यकता भवति।

बहुकोशिकजीवैः प्रयुक्ता एका सामान्या युक्तिः एषा अस्ति यत् विभिन्नाः कोशिकाः विशिष्टकार्यार्थं दक्षाः भवन्ति। एतां सामान्यां व्यवस्थां परिपालनं कुर्वत्सु एतादृशेषु जीवेषु जननार्थं विशिष्टाः कोशिकाः भवन्ति। किं जीवः अनेककोशिकाभिः निर्मितः भवति? एतस्य उत्तरम् अस्ति यत् जीवेषु काश्चन एतादृश्यः कोशिकाः भवेयुः यासु वृद्धौ क्रमे प्रसारणे उचितपरिस्थितिषु च विशेषकोशिकाः निर्मातुं क्षमता स्यात्।

8.2.3 पुनरुद्भवनम् (पुनर्जननम्)



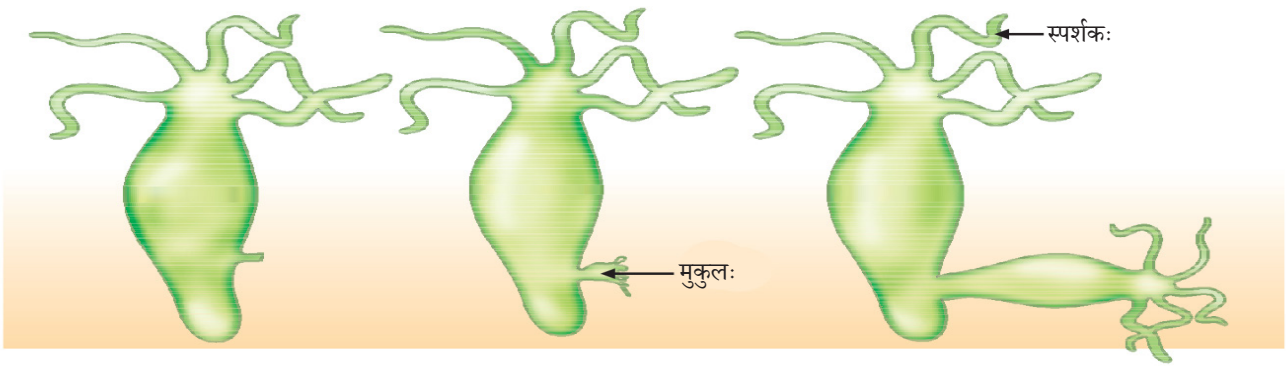
चित्रम् 8.3 पर्णचिपटे (प्लेनेरिया) पुनरुद्भवनम्

पूर्णरूपेण विभेदितजीवेषु स्वशरीरभागेन नूतनजीवस्य निर्माणक्षमता भवति। अर्थात् यदि जीवः केनचित् कारणेन क्षतविक्षतः भवित अथवा केषुचित् खण्डेषु भग्नः भवति तर्हि एतस्य अनेकानि खण्डानि वृद्धिं कृत्वा नूतनजीवेषु विकसितानि भवन्ति।

उदाहरणार्थं जलव्यालः तथा च पर्णचिपटसङ्घादिसदृशाः सरलप्राणिनः यदि केषुचित् खण्डेषु कर्त्यन्ते तर्हि प्रत्येकं खण्डः विकसितः भूत्वा पूर्णजीवस्य निर्माणं करोति। एतत् एव पुनरुद्भवनं कथ्यते (चित्रम् 8.3)। पुनरुद्भवनं (पुनर्जननम्) विशिष्टकोशिकाभिः सम्पाद्यते। एतासां कोशिकानां क्रमप्रसरणे अनेकाः कोशिकाः उद्भवन्ति। कोशिकानाम् एतस्मिन् समूहे परिवर्तनसमये विभिन्नाः कोशिकाः तथा च ऊतकानि निर्मितानि भवन्ति। परिवर्तनम् एतत् व्यवस्थितरूपेण तथा च क्रमेण भवति यत् परिवर्धनं कथ्यते। किन्तु पुनरुद्भवनं जननम् इव नास्ति एतस्य मुख्यकारणम् एतत् अस्ति यत् प्रत्येकं कञ्चित् अपि भागं कर्तयित्वा सामान्यतः नूतनः जीवः उत्पन्नः न भवति।

8.2.4 मुकुलनम्

जलव्यालसदृशाः केचन प्राणिनः पुनर्जननस्य क्षमतायुतानां कोशिकानाम् उपयोगं मुकुलनार्थं कुर्वन्ति। जलव्याले कोशिकानां नियमितविभाजनेन एकस्मिन् स्थाने मुकुलः विकसति। एषः मुकुलः वृद्धिं कुर्वन् लघुजीवे परिवर्तते तथा च पूर्णतया विकसितः भूत्वा जनकात् पृथक् भूत्वा स्वतन्त्रजीवः भवति।



चित्रम् 8.4 जलव्याले मुकुलनम्

8.2.5 सस्यप्रवर्धनम्

एतादृशाः बहवः पादपाः सन्ति येषु केचन भागाः यथा मूलं, काण्डं, पत्राणि उपयुक्तपरिस्थितिषु विकसितानि भूत्वा नूतनं पादपम् उत्पादयन्ति। प्रायशः जन्तूनां विपरीतम्, एकलपादपाः एतस्याः क्षमतायाः उपयोगः जननविधिरूपेण कुर्वन्ति। स्तरस्य, शाखा अथवा रोपणसदृशस्य सस्यप्रवर्धनस्य प्रविधेः उपयोगः कृषिकार्ये अपि क्रियते। इक्षुः, पाटलम् अथवा द्राक्षा एतस्य कानिचित् उदाहरणानि सन्ति। सस्यप्रवर्धनेन उप्तेषु पादपेषु बीजैः उप्तानां पादपानाम् अपेक्षया पुष्पाणि तथा च फलानि पूर्वमेव जायन्ते। एषा पद्धतिः कदलीफलस्य, नारङ्गस्य, पाटलस्य, कुन्दपुष्पसदृशानां तेषां पादपानां वपनाय उपयोगिनी अस्ति ये उत्पादनक्षमतां लोपितवन्तः। सस्यप्रवर्धनस्य अपरः लाभः एषः अपि अस्ति यत् एवं प्रकारेण उत्पन्नाः सर्वे पादपाः आनुवांशिकरूपेण जनकपादपवत् भवन्ति।

क्रियाकलापः 8.5

- एकम् आलुकं स्वीकृत्य तस्य तलस्य निरीक्षणं कुर्वन्तु। किम् अस्मिन् केचन गर्ताः दृश्यन्ते?
- आलुकं लघुषु खण्डेषु एवं प्रकारेण कर्तयन्तु यत् केषुचित् गर्तः स्यात् तथा च केषुचित् न।
- एकस्याम् आधानिकायां तूलिकायाः सूक्ष्मं स्तरं विस्तीर्य तम् आर्द्रं कुर्वन्तु। गर्तयुक्तानि खण्डानि एकत्र तथा च गर्तरहितानि खण्डानि अपरत्र स्थापयन्तु।
- आगामीनि कानिचित् दिनानि यावत् एतेषु खण्डेषु जायमानानां परिवर्तनानां प्रेक्षणं कुर्वन्तु। अवधानं कुर्वन्तु यत् तूलिकायाम् आर्द्रता संरक्षिता भवेत्।
- तानि कानि खण्डानि सन्ति यैः प्ररोहः तथा च मूलानि विकसन्ति?

एतेन एव प्रकारेण पर्णबीजस्य पत्राणाम् उपान्ते काश्चन कलिकाः विकसिताः भूत्वा मृत्तिकायां पतन्ति तथा च नूतनपादपरूपेण विकसन्ति (चित्रम् 8.5)।

क्रियाकलापः 8.6

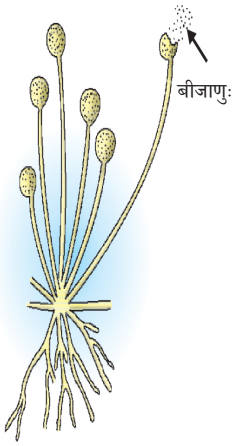
- एकं धनपादपं (मनीप्लाण्ट) स्वीकुर्वन्तु।
- एतं केषुचित् खण्डेषु एवं प्रकारेण कर्तयन्तु यत् प्रत्येकं न्यूनातिन्यूनम् एकं पत्रम् अवश्यं स्यात्।
- पत्रद्वये मध्यभागस्य कानिचित् खण्डानि कर्तयन्तु।
- सर्वेषां खण्डानाम् एकं भागं जले निमज्ज्य स्थापयन्तु तथा च कानिचित् दिनानि यावत् तेषाम् अवलोकनं कुर्वन्तु।
- केषु खण्डेषु वृद्धिः जायते तथा च नूतनपत्राणि समागतानि सन्ति।
- भवन्तः स्वप्रेक्षणतः कं निष्कर्शं प्राप्तुं शक्नुवन्ति।

किं भवन्तः जानन्ति

ऊतकानां संवर्धनम्

ऊतकसंवर्धनप्रविधौ पादपानाम् ऊतकानि अथवा तेषां कोशिकाः पादपशीर्षस्य वर्धमानभागात् पृथक् कृत्वा नूतनपादपाः उत्पाद्यन्ते। एताः कोशिकाः कृत्रिमे पोषकमाध्यमे स्थाप्यन्ते यतः कोशिकाः विभक्ताः भूत्वा अनेककोशिकानां लघुसमूहं निर्मान्ति या घट्टा कथ्यते। घट्टायाः वृद्धेः तथा च विभेदनस्य अन्तःस्रावयुक्ते कस्मिंश्चित् अन्यमाध्यमे स्थानान्तरणं क्रियते। पादपं पुनः मृत्तिकायाम् आरोपयन्ति येन ते वर्धित्वा विकसिताः पादपाः भवन्ति। ऊतकसंवर्धनप्रविधिद्वारा केषुचित् एकलपादपेषु अनेके पादपाः सङ्क्रमणमुक्तपरिस्थितिषु उत्पादयितुं शक्यन्ते। एतस्य प्रविधेः उपयोगः सामान्यतः विभूषकपादपानां संवर्धने क्रियते।

8.2.6 पुनरुत्पादकबीजानि



चित्रम् 8.6 राइजोपसमध्ये पुनरुत्पादकानि बीजानि

अनेकेषु सरलेषु बहुकोशीयजीवेषु अपि विशिष्टजननसंरचनाः प्राप्यन्ते। 8.2 क्रियाकलापे मृदुरोटिकायां सूत्रवत् काश्चन संरचनाः विकसिताः आसन्। एतत् राइजोपस इत्यस्य कवकजालम् अस्ति। एतत् जननस्य भागः नास्ति। किन्तु ऊर्ध्वतन्तुषु सूक्ष्मगुच्छसंरचनाः जनने भागं गृह्णन्ति। एते गुच्छाः बीजाणुकोशाः सन्ति येषु विशेषकोशिकाः अथवा बीजाणवः प्राप्यन्ते (चित्रम् 8.6)। एषः बीजाणुः वृद्धिं कृत्वा राइजोपस इत्यस्य नूतनजीवान् उत्पादयति। बीजाणून् परितः काचित् स्थूला भित्तिः भवति या प्रतिकूलपरिस्थितिषु तान् रक्षति, आर्द्रतलस्य सम्पर्के आगच्छति चेत् सः वृद्धिम् आरभते।

अधुना पर्यन्तं जननस्य यान् विधीन् वयं चर्चितवन्तः तेषु सर्वेषु नूतनवंशक्रमस्य सर्जनं केवलम् एकलजीवद्वारा भवति। एतत् अलैङ्गिकजननं कथ्यते।

प्रश्नाः

1. द्विखण्डनं बहुखण्डनात् केन प्रकारेण भिन्नम् अस्ति?
2. बीजाणुद्वारा जननेन जीवाः केन प्रकारेण लाभान्विताः भवन्ति?
3. किं भवन्तः कानिचित् कारणानि विचारयितुं शक्नुवन्ति येन ज्ञायते यत् जटिलसंरचनावन्तः जीवाः पुनरुभवनद्वारा नूतनसन्ततिम् उत्पादयितुं न शक्नुवन्ति?
4. केषाञ्चन पादपानाम् उत्पादनार्थं सस्यसंवर्धनस्य उपयोगः किमर्थं क्रियते?
5. डी.एन.ए. इत्यस्य प्रतिकृतिनिर्माणं जननार्थं किमर्थम् आवश्यकम्?

8.3 लैङ्गिकजननम्

वयं जननस्य तेन विधिना अपि परिचिताः स्मः यस्मिन् नूतनसन्ततिम् उत्पादयितुं द्वयोः व्यक्त्योः सहभागिता भवति। न तु एकलवृषभेण सन्ततिः उत्पादयितुं न शक्यते, नैव च एकल कुक्कुटेन शावकाः उत्पादयितुं शक्यन्ते। एतादृशजीवेषु नूतनसन्ततिम् उत्पादयितुं पुरुषः तथा च स्त्री द्वयोः लिङ्गयोः आवश्यकता भवति। एतस्य लैङ्गिकजननस्य सार्थकता का अस्ति? किम् अलैङ्गिकजननस्य काश्चन सीमाः सन्ति, यस्य चर्चां वयं पूर्वं कृतवन्तः स्मः?

8.3.1 लैङ्गिकजननप्रणाली किमर्थम्?

एकलकोशिकातः द्वयोः सन्ततिकोशिकयोः निर्माणे डी.एन.ए. इत्यस्य प्रतिकृतिनिर्माणं तथा च कोशिकीयसङ्घटनं द्वयम् अपि आवश्यकम् अस्ति। यथा वयं ज्ञातवन्तः यत् डी.एन.ए. प्रतिकृतेः प्रविधिः पूर्णतः यथार्थः नास्ति, परिणामिन्यः त्रुटयः जीवस्य समष्टौ विभिन्नतायाः स्रोतांसि सन्ति। जीवस्य प्रत्येकं व्यष्टिः विभिन्नताद्वारा संरक्षितुं न शक्यते, किन्तु उपजातेः समष्टौ प्राप्यमाणाः विभिन्नताः तस्याः उपजातेः अस्तित्वस्य संरक्षणे सहायिकाः सन्ति। अतः जीवेषु जननस्य कश्चन एतादृशः विधिः अधिकसार्थकः भविष्यति यस्मिन् अधिकाः विभिन्नताः उत्पन्नाः भवितुं शक्नुयुः।

यद्यपि डी.एन.ए. प्रतिकृतेः प्रणाली पूर्णरूपेण यथार्था नास्ति तथापि सा एतावती परिशुद्धा अवश्यम् अस्ति यस्यां विभिन्नता बहुमन्दगत्या उत्पन्ना भवति। यदि डी.एन.ए. प्रतिकृतेः क्रियाविधिः न्यूनपरिशुद्धः अभविष्यत् तर्हि निर्मीयमाणाः डी.एन.ए. प्रतिकृतयः कोशिकीयसंरचनया सह सामञ्जस्यं स्थापयितुं न अशक्ष्यन्। परिणामतः कोशिकायाः मृत्युः अभविष्यत्। अतः परिवर्त-उत्पादनस्य प्रक्रमाय केन प्रकारेण गतिः दातुं शक्यते? प्रत्येकं डी.एन.ए. प्रतिकृतौ नूतनविभिन्नतया सह एव पूर्ववंशक्रमाणाम् विभिन्नताः अपि सङ्गृह्यमाणाः भवन्ति। अतः समष्टेः द्वयोः जीवयोः सङ्गृहीतानां विभिन्नतानां स्वरूपम् अपि बहु भिन्नं भविष्यति। यतोहि एताः सर्वाः विभिन्नताः जीवितव्यष्ट्यौ प्राप्यमाणाः सन्ति, अतः एतत् सुनिश्चितम् एव अस्ति यत् एताः विभिन्नताः हानिकारिकाः न सन्ति। द्वयोः अथवा एकाधिकजीवानां विभिन्नतासंयोजनेन विभिन्नतानां नूतनानि संयोजनानि उत्पन्नानि भविष्यन्ति। यतोहि अस्मिन् प्रक्रमे द्वौ विभिन्नौ जीवौ भागं स्वीकुरुतः अतः प्रत्येकं संयोजनं स्वयम् एव अद्भुतं भविष्यति। लैङ्गिकजनने द्वाभ्यां विभिन्नजीवाभ्यां प्राप्तानि डी.एन.ए. इत्येतत् समाक्रियते।

किन्तु एतेन इतोऽपि काचित् अन्या समस्या उत्पत्तुं शक्नोति। यदि सन्ततिवंशक्रमे जनकजीवानां डी.एन.ए. इत्यस्य युग्मनं भवेत्, तर्हि प्रत्येकं वंशक्रमे डी.एन.ए. इत्यस्य मात्रा पूर्ववंशानुक्रमस्य अपेक्षया द्विगुणिता भविष्यति। एतेन डी.एन.ए. द्वारा कोशिकासङ्घटने नियन्त्रणभङ्गस्य अधिका सम्भावना अस्ति। एतत् अतिरिच्य, यदि प्रत्येकं वंशक्रमे डी.एन.ए. इत्यस्य मात्रा द्विगुणिता भवति तर्हि किञ्चित् समयानन्तरम् अस्यां पृथिव्यां केवलं डी.एन.ए. एव प्राप्स्यते तथा च कस्यचित् अन्यवस्तुनः कृते किमपि स्थानं न भविष्यति। एतस्याः समस्यायाः समाधानार्थं वयं कति पद्धतीः चिन्तयितुं शक्नुमः?

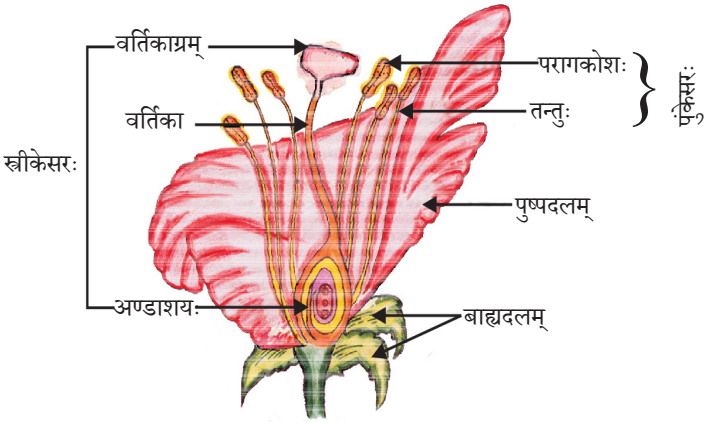
वयं पूर्वम् एव ज्ञातवन्तः यत् यथा यथा जीवानां जटिलता वर्धते तथा तथा ऊतकानां वैशिष्ट्यं वर्धते। उपर्युक्तसमस्यायाः समाधानं जीवैः एवं प्रकारेण अन्विष्टं येषु विशिष्टाङ्गेषु कासाञ्चन विशिष्टकोशिकानां स्तरः भवति यस्मिन् जीवस्य कायिककोशिकानाम् अपेक्षया गुणसूत्राणां सङ्ख्या अर्धं भवति तथा च डी.एन.ए. इत्यस्य मात्रा अपि अर्धं भवति। अतः द्वयोः भिन्नजीवयोः एताः युग्मककोशिकाः लैङ्गिकजनने युग्मनद्वारा युग्मनजं (जायगोट) निर्मान्ति चेत् सन्ततौ गुणसूत्राणां सङ्ख्या तथा च डी.एन.ए. इत्यस्य मात्रा पुनः स्थापिता भवति।

यदि युग्मनजः वृद्धिद्वारा तथा च परिवर्धनद्वारा नूतनजीवे विकसितः भवति तर्हि अस्मिन् ऊर्जायाः भाण्डागारः अपि पर्याप्तः भवेत्। अतीव सरलसंरचनावत्सु जीवेषु प्रायः द्वयोः जननकोशिकयोः आकृतौ तथा च आकारे विशेषभिन्नता न भवति अथवा ताः समानाकृतयः अपि भवितुं शक्नुवन्ति। किन्तु यदा शारीरिकाकृतिः

अधिकजटिला भवति तदा जननकोशिकाः अपि विशिष्टाः भवन्ति। एका जननकोशिका अपेक्षाकृतं विशाला भवति तथा च तस्मिन् भोजनस्य पर्याप्तः भण्डारः अपि भवति यतोहि अन्या लघ्वी अधिकगतिशीला च भवति। गतिशीला जननकोशिका नरयुग्मकः तथा च यस्यां जननकोशिकायां भोजनस्य भण्डारः सञ्चितः भवति, सा स्त्रीयुग्मकः कथ्यते। अग्रिमेषु केषुचित् अनुभागेषु वयं द्रक्ष्यामः यत् एतयोः द्विविधयोः युग्मकयोः सर्जनस्य आवश्यकताद्वारा नरे तथा च स्त्रियां (जनकेषु) विभेदः उत्पादितः तथा च केषुचित् जीवेषु नरे तथा च स्त्रियां शारीरिकभिन्नता अपि स्पष्टतया दृष्टिगोचरी भवति।

8.3.2 पुष्पपादपेषु लैङ्गिकजननम्

आवृतबीजिनां जननाङ्गानि पुष्पेषु अवस्थितानि भवन्ति। भवन्तः पुष्पस्य विभिन्नभागानां विषये पूर्वमेव पठितवन्तः- बाह्यदलं पुष्पदलं पुंकेसरः स्त्रीकेसरः च। पुंकेसरः स्त्रीकेसरः च पुष्पस्य भागाः सन्ति येषु जननकोशिकाः भवन्ति। पुष्पदलस्य बाह्यदलस्य च कानि कार्याणि भवितुं शक्नुवन्ति?



चित्रम् 8.7 पुष्पस्य अनुदैर्घ्यभागः

यदा पुष्पे पुंकेसरात् अथवा स्त्रीकेसरात् किञ्चन एकं जननाङ्गम् उपस्थितं भवति तदा पुष्पाणि एकलिङ्गीनि कथ्यन्ते (मधुकर्कटी कलिङ्गफलम्)। यदा पुष्पे पुंकेसरः तथा च स्त्रीकेसरः द्वौ अपि उपस्थितौ भवतः (मन्दारः सर्षपः च) तदा उभयलिङ्गीनि पुष्पाणि कथ्यन्ते। पुंकेसरः नरजननाङ्गम् अस्ति यत् परागकणान् निर्माति। परागकणाः सामान्यतः पीतवर्णीयाः भवितुं शक्नुवन्ति। भवता दृष्टं यत् भवन्तः कस्यचित् पुष्पस्य पुंकेसरं स्पृशन्ति तदा हस्ते एकं पीतं चूर्णं संलग्नं भवति। स्त्रीकेसरः पुष्पस्य केन्द्रे अवस्थितः भवति तथा च एतत् पुष्पस्य स्त्रीजननाङ्गम् अस्ति। एतत् त्रिभिः भागैः निर्मितं भवति।

अधस्तले उत्तुङ्गः भागः अण्डाशयः अस्ति, मध्ये दीर्घभागः वर्तिका अस्ति तथा च शीर्षभागे वर्तिकाग्रम् अस्ति यत् प्रायः स्नेहवत् भवति। अण्डाशये बीजाण्डानि भवन्ति तथा च प्रत्येकं बीजाण्डे एका अण्डकोशिका भवति। परागकणैः उत्पादितः नरयुग्मकः अण्डाशयस्य अण्डकोशिकया (स्त्रीयुग्मेन) सम्मिलितः भवति। जननकोशिकानाम् एतेन युग्मेन अथवा निषेचनेन युग्मनजः निर्मितः भवति यस्मिन् नूतनपादपेषु विकसनस्य क्षमता भवति।

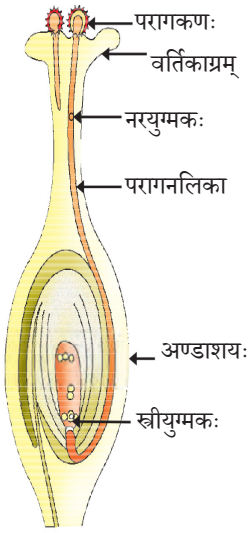
अतः परागकणानां पुंकेसरात् वर्तिकाग्रपर्यन्तं स्थानान्तरणस्य आवश्यकता भवति। यदि परागकणानाम् एतत् स्थानान्तरणं तस्य एव पुष्पस्य वर्तिकाग्रे भवति तर्हि **स्वपरागणः** कथ्यते।

किन्तु एकस्य पुष्पस्य परागकणाः अपरस्मिन् पुष्पे स्थानान्तरिताः भवन्ति चेत् सः **परपरागणः** कथ्यते। एकपुष्पात् अपरपुष्पपर्यन्तं परागकणानाम् एतत् स्थानान्तरणं वायुजलप्राणिसदृशवाहकद्वारा सम्पन्नं भवति।

परागकणानाम् उपयुक्ते, वर्तिकाग्रे प्राप्तेः परं नरयुग्मकेन अण्डाशये स्थितं स्त्रीयुग्मं

यावत् प्राप्तव्यं भवति। एतदर्थं परागकणात् काचित् नलिका विकसिता भवति तथा च वर्तिकातः भवन् बीजाण्डं यावत् गच्छति।

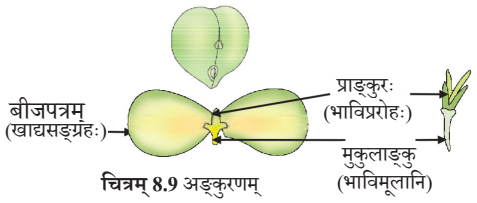
निषेचनात् परं, युग्मनजे अनेकानि विभाजनानि भवन्ति तथा च बीजाण्डे भ्रूणः विकसितः भवति। अण्डाशयः तीव्रतया वृद्धिं करोति तथा च परिपक्वः भूत्वा फलं निर्माति। एतस्मिन् अन्तराले बाह्यदलं पुष्पदलं पुंकेसरः वर्तिका वर्तिकाग्रं च प्रायः म्लानानि भूत्वा पतन्ति। किं भवन्तः कदाचित् पुष्पस्य कमपि भागं फलेन सह स्थिररूपेण युक्तं दृष्टवन्तः? विचार कुर्वन्तु, बीजानां निर्माणेन पादपानां कः लाभः अस्ति। बीजेषु भावी पादपः अथवा भ्रूणः भवति यः उपयुक्तपरिस्थितिषु नवोद्भिदे विकसितः भवति। एषः प्रक्रमः अङ्कुरणं कथ्यते।



चित्रम् 8.8 वर्तिकाग्रे परागकणानाम् अङ्कुरणम्

क्रियाकलापः 8.7

- चणकस्य कानिचित् बीजानि एकरात्रिपर्यन्तं जले निमज्जयन्तु।
- जलं क्षिपन्तु तथा च आर्द्रितबीजान् आर्द्रवस्त्रेण आच्छाद्य एकं दिनं स्थापयन्तु। ध्यायन्तु यत् बीजानि शुष्काणि न भवेयुः।
- बीजानि सावधानतया उद्घाट्य तस्य विभिन्नभागानां प्रेक्षणं कुर्वन्तु।
- स्वनिरीक्षणस्य तुलनां 8.9 चित्रेण कुर्वन्तु, किं भवन्तः सर्वान् भागान् अभिज्ञातुं शक्नुवन्ति?



चित्रम् 8.9 अङ्कुरणम्

8.3.3 मानवे लैङ्गिकजननम्

अधुनापर्यन्तं वयं विभिन-उपजातिषु जननस्य विभिन्नप्रणालीनां चर्चां कुर्वन्तः स्मः। आगच्छन्तु, अधुना वयं तस्याः उपजातेः विषये जानीमः यस्याम् अस्माकं सर्वाधिका रुचिः अस्ति, सः अस्ति मनुष्यः। मानवे लैङ्गिकं जननं भवति। एषः प्रक्रमः कथं कार्यं करोति?

आगच्छन्तु, अधुना स्थूलरूपेण एकेन असम्बद्धबिन्दुना प्रारम्भं कुर्मः। वयं सर्वे जानीमः यत् आयुषा सह एव अस्माकं शरीरे कानिचित् परिवर्तनानि भवन्ति। द्वितीयकक्ष्यातः दशमीपर्यन्तं पठताम् अस्माकं दीर्घता भारः च वर्धते। अस्माकं दन्ताः ये पतन्ति ते दुग्धदन्ताः कथ्यन्ते तथा च नूतनदन्ताः निर्गच्छन्ति। एतानि सर्वाणि परिवर्तनानि एकस्यां सामान्यप्रक्रमवृद्धौ समूहबद्धं कर्तुं शक्नुमः यस्मिन् शारीरिकवृद्धिः भवति। किन्तु किशोरावस्थायाः प्रारम्भिकवर्षेषु, कानिचित् एतादृशानि परिवर्तनानि भवन्ति यानि केवलं शारीरिकवृद्धिः इति वक्तुं न शक्यते। यद्यपि, शारीरिकसौष्ठवम् एव परिवर्तते। शारीरिकः अनुपातः परिवर्तते, नूतनानि लक्षणानि आगच्छन्ति तथा च संवेदनतायाम् अपि परिवर्तनानि आगच्छन्ति।

एतेषु कानिचित् परिवर्तनानि बालकबालिकानाम् एकसमानानि भवन्ति। वयं पश्यामः यत् शरीरस्य केषुचित् नूतनभागेषु यथा कक्षे जङ्घयोः मध्ये जननाङ्गक्षेत्रे च केशगुच्छाः निर्गच्छन्ति तथा च तेषां वर्णः अपि प्रगाढः भवति। पादयोः, हस्तयोः तथा च मुखे अपि सूक्ष्मकेशाः आगच्छन्ति। त्वक् प्रायः तैलीया भवति तथा च यदा कदा तारुण्यपिटकाः अपि निस्सरन्ति। वयं स्वं प्रति अन्यान् प्रति च अधिकजागरूकाः भवामः।

अपरत्र, कानिचित् एतादृशानि अपि परिवर्तनानि सन्ति यानि बालकेषु तथा च बालिकासु भिन्नाः भवन्ति। बालिकासु स्तनाकारे वृद्धिः जायमाना भवति तथा च स्तनाग्रत्वचः वर्णः अपि प्रगाढः भवति। अस्मिन् समये बालिकासु रजोधर्मः जायते। बालकानां मुखे श्मश्रूणि समागच्छन्ति तथा च तेषां ध्वनिः विस्फुटति। सह एव दिवा स्वप्नः अथवा रात्रौ शिश्नम् अपि प्रायः विवर्धनस्य कारणेन ऊर्ध्वं भवति।

एतानि सर्वाणि परिवर्तनानि मासेषु तथा च वर्षावधौ मन्दगत्या भवन्ति। एतानि परिवर्तनानि सर्वेसु जनेषु एकस्मिन् समये अथवा एकस्मिन् निश्चिते आयुषि नैव भवन्ति। केषुचित् जनेषु एतानि परिवर्तनानि न्यूने आयुषि तीव्रतया भवन्ति किन्तु अन्यस्मिन् अत्यन्तं मन्दगत्या भवन्ति। प्रत्येकं परिवर्तनं तीव्रतया पूर्णम् अपि न भवति। उदाहरणार्थं बालकानां मुखे पूर्वं प्रकीर्णाः केचन स्थूलाः केशाः परिलक्ष्यन्ते, तथा च मन्दं मन्दम् एषा वृद्धिः एकसमाना भवति। पुनः अपि एतेषु सर्वेषु परिवर्तनेषु विभिन्नजनानां मध्ये विविधता परिलक्ष्यते। यथा नासिकाकारः भिन्नः भिन्नः अस्ति तथैव एतेषां केशानां वृद्धेः प्रतिमानं, स्तनस्य अथवा शिश्नस्य आकृतिः तथा च आकारः अपि भिन्नः भवति। एतानि सर्वाणि परिवर्तनानि शरीरस्य लैङ्गिकपरिपक्वतायाः अवस्थाः सन्ति।

अस्मिन् आयुषि शरीरे लैङ्गिकपरिपक्वता किमर्थं परिलक्ष्यते? अस्मासु बहुकोशिकजीवेषु विशिष्टकार्याणां सम्पादनाय विशिष्टकोशिकानाम् आवश्यकतायाः विषये चर्चां कृतवन्तः। लैङ्गिकजनने भागं ग्रहीतुं जननकोशिकानाम् उत्पादनम् एतादृशम् एव एकं विशिष्टं कार्यम् अस्ति तथा च वयं दृष्टवन्तः यत् पादपेषु अपि एतदर्थं विशेषकोशिकाः तथा च ऊतकानि विकसितानि भवन्ति। प्राणिनः, यथा मानवः अपि एतत् कार्यार्थं विशिष्टानि ऊतकानि विकासयति यद्यपि कस्यचित् जनस्य शरीरे युवावस्थायाः आकारार्थं वृद्धिः भवति, किन्तु शरीरस्य संसाधनानि मुख्यतः एतां वृद्धिं प्राप्तुं तत्पराणि भवन्ति। अतः यथा यथा शरीरस्य सामान्यवृद्धेः अनुपातः मन्दत्वम् आरभते, तथा तथा जनन-ऊतकानि परिपक्वतां प्रारभन्ते। किशोरावस्थायाः एतम् अवधिं यौवनारम्भः कथ्यते।

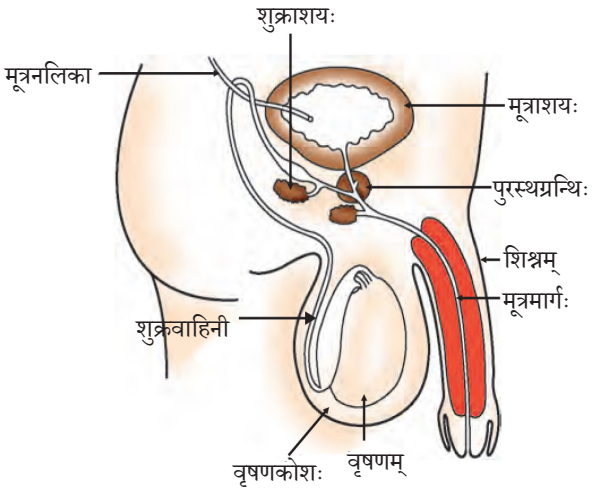
अतः तानि सर्वाणि परिवर्तनानि यानि वयं चर्चितवन्तः जननप्रक्रमेण केन प्रकारेण सम्बद्धानि सन्ति? अस्माभिः स्मर्तव्यं यत् लैङ्गिकजननप्रणाल्याः अर्थः अस्ति, द्वयोः भिन्नव्यक्त्योः जननकोशिकानां परस्परं मेलनम्। एतत् जननकोशिकानां बाह्यमोचनेन भवितुं शक्नोति यथा पुष्पपादपेषु भवति। अथवा द्वयोः जीवयोः परस्परसम्बन्धेन जननकोशिकानाम् आन्तरिकस्थानान्तरणेन अपि भवितुं शक्नोति, यथा अनेकप्राणिषु भवति। यदि जन्तुभिः अस्मिन् प्रक्रमे भागः स्वीकरणीयः तर्हि एतत् आवश्यकम् अस्ति यत् अन्ये जीवाः तेषां परिपक्वताम् अभिज्ञातुं शक्नुयुः। यौवनारम्भस्य अवधौ अनेकानि परिवर्तनानि यथा केशानां नूतनप्रतिमानम् एतस्य विषयस्य सङ्केतः अस्ति यत् लैङ्गिकपरिपक्वता आगच्छति।

अपरत्र, द्वयोः व्यक्त्योः मध्ये जननकोशिकानां वास्तविकस्थनान्तरणार्थं विशिष्टानाम् अङ्गानां/संरचनायाः आवश्यकता भवति, उदाहरणार्थं शिश्नस्य ऊर्ध्वगमनक्षमता। यथा स्तनधारिमानवेषु शिशुः मातुः शरीरे बहुकालपर्यन्तं गर्भे भवति तथा च जन्मानन्तरं स्तनपानं करोति। एतासां सर्वासां स्थितीनां कृते स्त्रीजननाङ्गस्य तथा च स्तनस्य परिपक्वता आवश्यकी अस्ति। आगच्छन्तु, जननतन्त्रविषये जानीमः।

8.3.3 (a) नरस्य जननतन्त्रम्

जननकोशिकानाम् उत्पादकानि अङ्गानि तथा च जननकोशिकाः निषेचनस्य स्थानपर्यन्तं प्रापकाणि अङ्गानि, संयुक्तरूपेण जननतन्त्रं निर्मान्ति (चित्रम् 8.10)।

नरजननकोशिकायाः अथवा शुक्राणूनां निर्माणं वृषणे भवति। एतत् उदरगुहायाः बहिः वृषणकोशे तिष्ठति। एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् शुक्राणूनाम् उत्पादनाय आवश्यकः तापः शरीरतापात् न्यूनः भवति। वृषणिः अन्तःस्रावस्य उत्पादने तथा च स्रावणे वृषणस्य भूमिकायाः चर्चां वयं गते अध्याये कृतवन्तः स्मः। शुक्राणोः वृषणिः बालकेषु यौवनावस्थायाः लक्षणानाम् अपि नियन्त्रणं करोति।



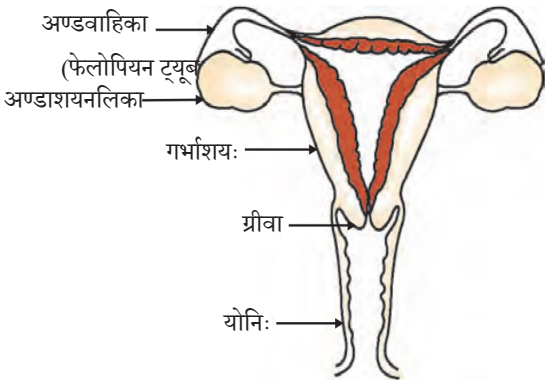
चित्रम् 8.10 मानवस्य नरजननतन्त्रम्

उत्पादितानां शुक्राणूनां मोचनं शुक्रवाहिकाद्वारा भवति। एताः शुक्रवाहिकाः मूत्राशयात् आगामिनलिकया संयुक्ताः भूत्वा एकां संयुक्तां नलिकां निर्मान्ति। अतः मूत्रमार्गः शुक्राणोः मूत्रस्य च द्वयोः प्रवाहस्य उभयमार्गः अस्ति। पुरस्थग्रन्थिः तथा च शुक्राशयः स्वस्रावं शुक्रवाहिकायां पातयति येन शुक्राणवः तरलरूपेण भवन्ति। एतेन कारणेन एतेषां स्थानान्तरणं सरलतया भवति सह एव एषः स्रावः तेभ्यः पोषणम् अपि प्रददाति। शुक्राणवः सूक्ष्मसंरचनाः सन्ति यत्र मुख्यतः आनुवांशिकपदार्थाः भवन्ति तथा च एकः दीर्घः लाङ्गूलः भवति यः तेषां स्त्रीजननकोशिकां प्रति तरणे सहायतां करोति।

8.3.3 (b) स्त्रीजननतन्त्रम्

स्त्रीजननकोशिकानाम् अथवा अण्डकोशिकानां निर्माणम् अण्डाशये भवति। ताः कांश्चन अन्तःस्रावान् अपि उत्पादयन्ति। 8.11 चित्रम् ध्यानेन
पश्यन्तु तथा च स्त्रीजननतन्त्रस्य विभिन्नानि अङ्गानि परिजानन्तु।

बालिकायाः जन्मसमये एव अण्डाशये सहस्रशः अपरिपक्वानि अण्डानि भवन्ति। यौवनारम्भे एतेषु कानिचित् अपरिपक्वानि भवन्ति। द्वाभ्याम् एकेन अण्डाशयेन प्रत्येकं मासे एकम् अण्डं परिपक्वं भवति। सूक्ष्मया अण्डवाहिकया अथवा गर्भाशयनलिकया एषा अण्डकोशिका गर्भाशयपर्यन्तं नीयते। द्वे अण्डवाहिके संयुक्ते भूत्वा प्रत्यास्थस्यूतवत् संरचनायाः निर्माणं कुरुतः या गर्भाशयः कथ्यते। गर्भाशयः ग्रीवाद्वारा योन्याम् उद्घटितः भवति ।मैथुनसमये शुक्राणवः योनिमार्गे स्थाप्यन्ते यतः ऊर्ध्वं प्रति यात्रां कृत्वा ते अण्डवाहिकापर्यन्तं प्राप्नुवन्ति, यत्र अण्डवाहिकया मेलितुं शक्नुवन्ति । निषेचनात् परं निषिक्तम्
अण्डम् अथवा युग्मजः गर्भाशये स्थाप्यते तथा च विभाजनम् आरभते । वयं पूर्वं पठितवन्तः यत् मातुः शरीरं गर्भधारणार्थं तथा च तस्य विकासार्थं विशेषरूपेण अनुकूलं भवति । अतः गर्भाशयः प्रत्येकं मासे भ्रूणं ग्रहीतुं तथा च पोषणार्थं सज्जतां करोति। एतस्य आन्तरिकस्तरः स्थूलः भवति तथा च भ्रूणस्य पोषणार्थं रुधिरप्रवाहः अपि वर्धते ।



चित्रम् 8.11 मानवस्य स्त्रीजननतन्त्रम्

भ्रूणं मातुः रुधिरतः एव पोषणं प्राप्नोति, एतदर्थम् एका विशेषसंरचना भवति या गर्भनालः कथ्यते। एषा काचित् चक्रात्मकसंरचना अस्ति या गर्भाशयस्य भित्त्याम् अन्तः स्थाप्यते। अस्मिन् भ्रूणस्य समीपस्थे ऊतके प्रवर्धाः भवन्ति। मातुः ऊतकेषु रक्तस्थानानि भवन्ति यानि प्रवर्धम् आच्छादयन्ति। एतत् मातुः भ्रूणाय द्राक्षशर्करायाः प्राणवायोः अन्यपदार्थानां च स्थानान्तरणं कर्तुं बृहत् क्षेत्रं प्रददाति। विकासशीलभ्रूणेन अपशिष्टपदार्थाः उत्पद्यन्ते येषां निवारणं गर्भनालमाध्यमेन मातुः रुधिरे स्थानान्तरणद्वारा भवति। मातुः शरीरे गर्भविकासार्थं प्रायः नवानां मासानां समयः अपेक्षितः भवति। गर्भाशयस्य पेशीनां लयबद्धसङ्कोचनेन शिशोः जन्म भवति।

8.3.3 (c) किं भवति यदा अण्डस्य निषेचनं न भवति?

यदि अण्डकोशिकायाः निषेचनं न स्यात् तर्हि एतत् प्रायः एकं दिनं जीवति। यतोहि अण्डाशयः प्रतिमासम् एकस्य अण्डस्य मोचनं करोति, अतः निषिक्तं चिताण्डं प्राप्तुं गर्भाशयः अपि प्रतिमासं सज्जतां करोति। अतः एतस्य अन्तर्भित्तिः स्थूला तथा च जलशोषकवत् भवति। एतत् अण्डस्य निषेचनावस्थायां तस्य पोषणार्थम् आवश्यकम् अस्ति। किन्तु निषेचनं यदा न भवति तदा एतस्य स्तरस्य आवश्यकता अपि न भवति। अतः एषः स्तरः मन्दं मन्दं भग्नः भूत्वा योनिमार्गात् रुधिररूपेण तथा च लालामेह रूपेण निर्गच्छति। एतस्मिन् चक्रे एकमासस्य समयः अपेक्षितः भवति तथा च एषः ऋतुस्रावः अथवा रजोधर्मः कथ्यते। एतस्य अवधिः प्रायः 2 तः 8 दिनानां भवति।

8.3.3 (d) जननस्वास्थ्यम्

यथा वयं दृष्टवन्तः, लैङ्गिकपरिपक्वता इति कश्चन क्रमिकप्रक्रमः अस्ति तथा च एषः तस्मिन् समये भवति यदा शारीरिकी वृद्धिः अपि भवति। अतः कञ्चित् अवधिं यावत् (आंशिकरूपेण) लैङ्गिकपरिपक्वतायाः अर्थः एषः नास्ति यत् शरीरम् अथवा मस्तिष्कं जननक्रियार्थं गर्भधारणार्थं वा योग्यं जातम् अस्ति। वयं कथम् एतं निर्णयं स्वीकर्तुं शक्नुमः यत् शरीरम् तथा च मस्तिष्कम् एतस्य मुख्य-उत्तरदायित्त्वस्य कृते योग्यम् अभवत्? एतस्मिन् विषये अस्माकं सर्वेषाम् उपरि किञ्चन पीडनम् अस्ति। एतस्याः क्रियायाः कृते अस्माकं मित्राणाम् अपि पीडनं भवितुं शक्नोति, किमन्तरां वयम् इच्छामः अथवा न इच्छामः। विवाहार्थं तथा च सन्तानोत्पत्यर्थं पारिवारिकपीडनम् अपि भवितुं शक्नोति। सन्तानोत्पत्तेः त्रातुं सर्वकारपक्षतः अपि पीडनं भवितुं शक्नोति। एतादृश्याम् अवस्थायां कस्यचित् अपि निर्णयस्य स्वीकरणं बहु कठिनं भवितुं शक्नोति।

यौनक्रियाणां स्वास्थ्ये जायमानानां प्रभावाणां विषये अपि अस्माभिः चिन्तनीयम्। नवमकक्ष्यायां वयं पठितवन्तः यत् एकस्मात् जनात् अपरं जनं प्रति रोगाणां सञ्चरणम् अनेकप्रकारैः भवितुं शक्नोति यतोहि यौनक्रियायां प्रगाढः शारीरिकः सम्बन्धः स्थाप्यते, अतः अस्मिन् किमपि आश्चर्यं नास्ति यत् अनेकरोगाणां लैङ्गिकसञ्चरणम् अपि भवितुं शक्नोति। अस्मिन् जीवाणुजनिताः रोगाः यथा प्रमेहः, उपदंशिका तथा च विषाणुजनितं सङ्क्रमणं यथा चर्मकीलः तथा HIV-AIDS सम्मिलिताः सन्ति। लैङ्गिकक्रियाणां समये एतेषां रोगाणां सञ्चरणनिरोधः सम्भवति किम्? शिश्नस्य कृते आवरणस्य अथवा गर्भनिरोधक-आवरणस्य प्रयोगेण एतेषु बहूनां रोगाणां सञ्चरणस्य कञ्चित् अवधिं यावत् निरोधः सम्भवति।

यौनक्रियया (लैङ्गिक) गर्भधारणस्य सम्भावना सदा भवति। गर्भधारणस्य अवस्थायां स्त्रियः शरीरस्य तथा च भावनानाम् अपेक्षा तथा च आपूर्तिः वर्धते तथा च यदि सा एतदर्थं सिद्धा नास्ति तर्हि एतत् तस्याः स्वास्थ्ये विपरीतं प्रभावं जनयति। अतः गर्भधारणं निरोद्धुम् अनेके उपायाः अन्विष्टाः सन्ति। एताः गर्भनिरोधकपद्धतयः बहुधा भवितुं शक्नुवन्ति। एका पद्धतिः यान्त्रिक-अवरोधस्य अस्ति येन शुक्राणवः अण्डकोशिकापर्यन्तं न प्राप्नुयुः। शिश्नस्य गर्भनिरोधकम् आच्छादकम् अथवा योन्यां स्थापिकाः अनेकाः युक्तयः उपयोक्तुं शक्यन्ते। अपरा पद्धतिः शरीरे अन्तःस्रावसन्तुलनपरिवर्तनस्य अस्ति, येन अण्डस्य मोचनम् एव न भवति अतः निषेचनं भवितुं न शक्नोति। एताः ओषधयः प्रायः गुलिकारूपेण स्वीक्रियन्ते। किन्तु एताः अन्तःस्रावसन्तुलनं परिवर्तयन्ति अतः तैः केचन विपरीताः प्रभावाः अपि भवितुं शक्नुवन्ति। गर्भधारणं निरोद्धुं काश्चन अन्याः युक्तयः यथा काचम् अथवा अन्तःगर्भाशयि-उपकरणं गर्भाशये संस्थाप्य अपि क्रियते। किन्तु गर्भाशयस्य उत्तेजनेन अपि केचन विपरीताः प्रभावाः भवितुं शक्नुवन्ति। यदि पुरुषस्य शुक्रवाहिकाः अवरुद्धाः क्रियन्ते तर्हि शुक्राणूनां स्थानान्तरणम् अवरुद्धं भविष्यति। यदि स्त्रियः अण्डवाहिन्याः अथवा गर्भाशय-नालिकायाः अवरोधः क्रियेत तर्हि अण्डं गर्भाशयपर्यन्तं प्राप्तुं न शक्ष्यति। द्वयोः अवस्थयोः निषेचनं न भविष्यति। शल्यक्रियाप्रविधिद्वारा एतादृशाः अवरोधाः उत्पादयितुं शक्यन्ते। यद्यपि शल्यप्रविधिः भविष्यार्थं पूर्णसुरक्षितः अस्ति, किन्तु असावधानतया कृतया शल्यक्रियया सङ्क्रमणम् अथवा अन्याः समस्याः उत्पन्नाः भवितुं शक्नुवन्ति। शल्यक्रियया अनिष्टगर्भः अपसारितुं शक्यते। एतस्य प्रविधेः दुरुपयोगः तैः क्रियते ये कमपि विशेषलिङ्गम् अथवा सन्तानं न इच्छन्ति, तथा च न्यायविरुद्धानि कार्याणि अधिकतया स्त्रीगर्भस्य चयनात्मकगर्भपातार्थं क्रियते। कस्यचित् उत्तमसमाजस्य कृते, स्त्रीनरलिङ्गानुपातस्य संरक्षणम् आवश्यकम् अस्ति। यद्यपि अस्माकं देशे भ्रूणस्य लिङ्गनिर्धारणं कश्चन विधि-अपराधः अस्ति। अस्माकं समाजस्य असावधानतायाः कारणेन स्त्रीभ्रूणस्य निर्ममहत्यायाः कारणेन अस्माकं देशे शिशुलिङ्गानुपातः तीव्रतया क्षीयते यः चिन्तायाः विषयः अस्ति।

अस्माभिः पूर्वं दृष्टं यत् जननं कश्चन तादृशः प्रक्रमः अस्ति येन जीवाः स्वसमष्टिं वर्धयन्ति। एकस्यां समष्टौ जन्मानुपातः तथा च मृत्योः अनुपातः तस्य आकारं निर्धारयति। जनसङ्ख्यायाः विशालाकारः बहूनां जनानां कृते चिन्तायाः विषयः अस्ति। एतस्य मुख्यं कारणम् एतत् अस्ति यत् वर्धमानया जनसङ्ख्यया प्रत्येकं जनस्य जीवनस्तरस्य परिष्करणं दुष्करं कार्यम् अस्ति। यदि सामाजिकी असमानता अस्माकं समाजस्य निम्नजीवनस्तरार्थम् उत्तरदायिनी अस्ति तर्हि जनसङ्ख्यायाः आकारस्य महत्त्वम् अपेक्षाकृतं न्यूनं भवति। यदि वयम् आत्मानं परितः पश्यामः तर्हि किं भवन्तः जीवनस्य निम्नस्तरार्थम् उत्तरदायि सर्वस्मात् महत्त्वपूर्णं कारणं परिज्ञातुं शक्नुवन्ति।

प्रश्नाः

1. परागणक्रिया निषेचनात् कथं भिन्ना अस्ति?
2. शुक्राशयस्य तथा च पुरस्थग्रन्थेः का भूमिका अस्ति?
3. यौवनारम्भसमये बालिकासु कानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते?
4. मातुः शरीरे गर्भस्थभ्रूणः केन प्रकारेण पोषणं प्राप्नोति?
5. यदि काचन महिला अन्तःगर्भाशयि-उपकरणस्य प्रयोगं करोति तर्हि किम् एतत् तस्याः यौनसङ्क्रमणरोगात् रक्षणं करिष्यति?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- अन्येषां जैवप्रक्रमाणां विपरीतं कस्यचित् जीवस्य स्वस्य अस्तित्वस्य कृते जननस्य आवश्यकता नास्ति।
- जनने एकया कोशिकया डी.एन.ए. प्रतिकृतेः निर्माणं तथा च अतिरिक्तकोशिकीयस्य सङ्घटनस्य सर्जनं भवति।
- विभिन्नजीवैः प्रयुज्यमाना जननप्रणाली तेषां शारीरिके अभिकल्पे निर्भरं करोति।
- खण्डनविधौ जीवाणूनां तथा च एककोशीयजीवस्य कोशिका विभक्ता भूत्वा द्वयोः अथवा बहूनां सन्ततिकोशिकानां निर्माणं करोति।
- यदि जलव्यालसदृशजीवानां शरीरं केषुचित् खण्डेषु पृथक् भवति तर्हि प्रत्येकं भागात् पुनरुद्भवनद्वारा नूतनजीवाः विकसिताः भवन्ति। एतेषु केचन मुकुलाः अपि उत्फुल्य नूतनजीवेषु विकसिताः भवन्ति।
- केषुचित् पादपेषु सस्यप्रवर्धनद्वारा मूलेन, काण्डेन अथवा पत्रेण नूतनपादपाः विकसिताः भवन्ति।
- उपर्युक्तानि अलैङ्गिकजननस्य उदाहरणानि सन्ति यत्र सन्ततेः उत्पत्तिः केनचित् एकलजीवेन (व्यष्टिः) भवति।
- लैङ्गिकजनने सन्ततेः उत्पादनार्थं द्वौ जीवौ भागं स्वीकुरुतः।
- डी.एन.ए. प्रतिकृतेः प्रविधिना विभिन्नता उत्पन्ना भवति या उपजातेः अस्तित्त्वस्य कृते लाभदायिका अस्ति। लैङ्गिकजननद्वारा अधिकभिन्नताः उत्पन्नाः भवन्ति।
- पुष्पिपादपेषु जननप्रक्रमे परागकणाः परागकोशात् स्त्रीकेसरस्य वर्तिकाग्रं यावत् स्थानान्तरिताः भवन्ति ये परागणाः कथ्यन्ते। एतस्य अनुगमनं निषेचनद्वारा भवति।
- यौवनारम्भे शरीरे अनेकानि परिवर्तनानि भवन्ति, उदाहरणार्थं बालिकासु स्तनस्य विकासः तथा च बालकानां मुखे नूतनकेशानाम् आगमनं, लैङ्गिकपरिपक्वतायाः चिह्नानि सन्ति।
- मानवे नरजननतन्त्रे वृषणं, शुक्रवाहिनी, शुक्राशयः, पुरस्थग्रन्थिः, मूत्रमार्गः तथा च शिश्नं भवति। वृषणं शुक्राणून् उत्पादयति।
- मानवस्य स्त्रीजननतन्त्रे अण्डाशयः, डिम्बवाहिनी, गर्भाशयः तथा च योनिः भवति।
- मानवे लैङ्गिकजननप्रक्रियायां शुक्राणवः स्त्रीयोन्यां स्थानान्तरिताः भवन्ति तथा च निषेचनं डिम्बवाहिन्यां भवति।
- गर्भनिरोधकयुक्तीः सम्प्राप्य गर्भधारणम् अवरोद्धुं शक्यते। गर्भनिरोधकावरणं, गर्भनिरोधकगुलिकाः अन्तःगर्भाशयि-उपकरणं तथा च अन्याः युक्तयः एतस्य उदाहरणानि सन्ति।

अभ्यासः

1. अलैङ्गिकजननं मुकुलनद्वारा भवति।
   (a) अमीबा
   (b) अभिषवः
   (c) प्लैज्मोडियम
   (d) लेस्मानिया
2. निम्नेषु कः मानवे स्त्रीजननतन्त्रस्य भागः नास्ति?
   (a) अण्डाशयः
   (b) गर्भाशयः
   (c) शुक्रवाहिका
   (d) डिम्बवाहिनी
3. परागकोशे भवन्ति –
   (a) बाह्यदलम्
   (b) अण्डाशयः
   (c) अण्डपम्
   (d) परागकणाः
4. अलैङ्गिकजननस्य अपेक्षया लैङ्गिकजननस्य के लाभाः सन्ति?
5. मानवे वृषणस्य कानि कार्याणि सन्ति?
6. ऋतुस्रावः किमर्थं भवति?
7. पुष्पस्य अनुदैर्घ्यभागस्य नामाङ्कितं चित्रं निर्मान्तु।
8. गर्भनिरोधस्य विभिन्नाः विधयः के सन्ति?
9. एककोशिकानां तथा च बहुकोशिकजीवानां जननपद्धतौ कः भेदः अस्ति?
10. जननं कस्याश्चित् उपजातेः समष्टेः स्थायित्वे केन प्रकारेण सहायकम् अस्ति?
11. गर्भनिरोधकयुक्तीनां सम्प्राप्तेः कानि कारणानि भवितुं शक्नुवन्ति?

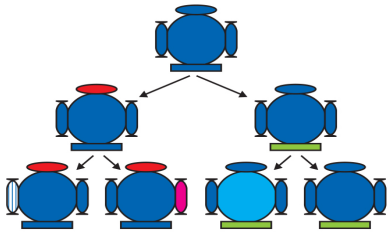
नवमः अध्यायः

आनुवांशिकता जैवविकासः च

अस्माभिः दृष्टं यत् जननप्रक्रमद्वारा नूतनजीवाः (व्यष्टयः) उत्पन्नाः भवन्ति ये जनकसदृशाः सन्तः अपि किञ्चित् भिन्नाः भवन्ति। वयम् एतां चर्चां कृतवन्तः यत् अलैङ्गिकजनने अपि काश्चन भिन्नताः कथम् उत्पन्नाः भवन्ति। अधिकसङ्ख्यायां सफलभिन्नताः लैङ्गिकजननद्वारा एव प्राप्ताः भवन्ति। यदि वयम् इक्षुक्षेत्रम् अवलोकयामः तर्हि वैयक्तिकपादपेषु बहुन्यूनाः भिन्नताः दृश्यन्ते। मानवाः तथा च अधिकांशजन्तवः लैङ्गिकजननद्वारा उत्पन्नाः भवन्ति, एतेषु वैयक्तिकस्तरे अनेकाः भिन्नताः परिलक्षिताः भवन्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं तेषां क्रियाविधीनाम् अध्ययनं करिष्यामः येषां कारणेन भिन्नताः वंशक्रमेण उत्पन्नाः भवन्ति। विभिन्नतानां सञ्चयनस्य बहुकालं यावत् जायमानस्य अनुवर्तिप्रभावस्य अध्ययनम् अतिरोचकम् अस्ति तथा च जैवविकासे वयम् एतस्य अध्ययनं करिष्यामः।

9.1 जननसमये भिन्नतानां सङ्ग्रहणम्

पूर्ववंशक्रमात् आनुवांशिकसन्ततिद्वारा सामान्याः शारीरिक-अभिकल्पाः तथा च काश्चन विभिन्नताः प्राप्ताः भवन्ति। अधुना किञ्चित् चिन्तयन्तु, एतस्य नूतनवंशक्रमजननस्य कः परिणामः भविष्यति? द्वितीयवंशक्रमे पूर्ववंशक्रमात् स्वीकृताः भिन्नताः तथा च काश्चन नूतनाः भिन्नताः उत्पन्नाः भविष्यन्ति।



चित्रम् 9.1

उत्तरोत्तरं वंशक्रमेषु विविधतायाः उत्पत्तिः। शीर्षे दर्शितः प्रथमवंशक्रमस्य जीवः, चिन्तयन्तु यत् द्वे सन्तती जनयिष्यति ययोः आधारभूता शारीरिकसंरचना तु समाना भविष्यति किन्तु विभिन्नताः अपि भविष्यन्ति। एतेषु प्रत्येकम् अग्रिमवंशक्रमे द्वौ जीवौ उत्पादयिष्यति। चित्रे सर्वस्मात् अधः दर्शिताः चत्वारः जीवाः वैयक्तिकरूपेण परस्परं भिन्नाः भविष्यन्ति। काश्चन भिन्नताः विशिष्टाः भविष्यन्ति यर्हि काश्चन तैः जनकात् प्राप्ताः ये स्वयं परस्परं भिन्नाः आसन्।

9.1 चित्रे सा स्थितिः दर्शिता अस्ति यद्यपि केवलम् एकलजीवः जननं करोति, यथा अलैङ्गिकजनने भवति। यदि एकः जीवाणुः पृथक् क्रियते तर्हि परिणामतः द्वौ जीवाणू उत्पन्नौ भवतः यौ पुनः विभाजितौ भूत्वा चतुरः जीवाणून् उत्पादयिष्यतः येषु परस्परं बहु अधिका समानता भविष्यति। तेषु परस्परं बहुन्यूना भिन्नता भविष्यति यत् डी.एन.ए. प्रतिकृतेः समये न्यूनत्रुटीनां कारणेन उत्पन्ना स्यात्। किन्तु यदि लैङ्गिकजननम् अभविष्यत् तर्हि विविधता प्राधान्येन अधिका अभविष्यत्। एतस्मिन् विषये वयं वंशाणोः नियमानां चर्चासमये द्रक्ष्यामः।

किं कस्याञ्चित् जातौ सर्वाभिः विभिन्नताभिः सह स्वस्य अनुजीवनस्य सम्भावना एकसमाना अस्ति? निश्चितरूपेण न। प्रकृतेः विविधतायाः आधारेण विभिन्नजीवानां विभिन्नाः लाभाः भवितुं

शक्नुवन्ति।

उष्णतायाः सहनक्षमतायुतेषु जीवाणुषु उष्णात् रक्षणस्य सम्भावना अधिका भविष्यति। एतत् वयं पूर्वमेव चर्चितवन्तः। पर्यावरणकारकैः उत्तमपरिवर्तस्य चयनं जैवविकासप्रक्रमस्य आधारं निर्माति यस्य चर्चां वयम् अग्रे करिष्यामः।

प्रश्नाः

1. यदि एकं 'लक्षणम्-A' अलैङ्गिकप्रजननसमष्टेः 10 प्रतिशतसदस्येषु प्राप्यते तथा च 'लक्षणम्-B' तस्याम् एव समष्टौ 60 प्रतिशतजीवेषु प्राप्यते, तर्हि किं लक्षणं पूर्वम् उत्पन्नं स्यात्?
2. विभिन्नतानाम् उत्पत्त्या कस्याश्चित् उपजातेः अस्तित्वं केन प्रकारेण वर्धते?

9.2 वंशाणुः

जननप्रक्रमस्य अतीव महत्त्वपूर्णः परिणामः सन्ततेः जीवसदृशी अभिकल्पना भवेत्। आनुवांशिकतानियमाः एतं विषयं निर्धारयन्ति यैः विभिन्नानि लक्षणानि पूर्णविश्वसनीयतया सह वंशागतानि भवन्ति। आगच्छन्तु, एतेषां नियमानां ध्यानपूर्वकम् अध्ययनं कुर्मः।

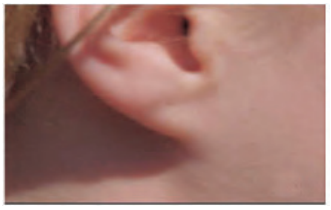
9.2.1 वंशागतानि लक्षणानि

वस्तुतः समानतया विभिन्नतया च अस्माकं कः अभिप्रायः अस्ति? वयं जानीमः यत् शिशौ मानवस्य सर्वाणि आधारभूतानि लक्षणानि भवन्ति। तथापि एषः पूर्णरूपेण जनकसदृशः नैव दृश्यते तथा च मानवसमष्टौ एषा भिन्नता स्पष्टतया दृश्यते।

क्रियाकलापः 9.1

- स्वकक्ष्यायाः सर्वेषां छात्राणां कर्णम् अवलोकयन्तु। एतादृशानां छात्राणां सूचीं निर्मान्तु येषां कर्णपालिः स्वतन्त्रा स्यात् तथा च युक्ता स्यात् (चित्रम् 9.2)। संलग्नकर्णपालेः छात्राणाम् तथा च स्वतन्त्रकर्णपालेः छात्राणां प्रतिशतं गणयन्तु। प्रत्येकं छात्रस्य कर्णपालेः प्रकारं जनकेन मेलयित्वा पश्यन्तु। एतस्य प्रेक्षणस्य आधारेण कर्णपालेः आनुंशिकतायाः सम्भावितस्य नियमस्य परामर्शान् सूचयन्तु।

(a)



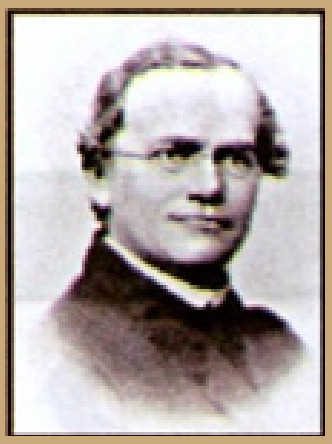
(b)

चित्रम् 9.2
(क) स्वतन्त्रा तथा च (ख) संयुक्ता कर्णपालिः। कर्णस्य अधोभागः कर्णपालिः कथ्यते। एषा केषुचित् जनेषु शिरसः पार्श्वभागेन युक्ता भवति किन्तु केषुचित् न। स्वतन्त्रा तथा च संयुक्ता कर्णपालिः मानवसमष्टौ प्राप्यमाणौ द्वौ परिवर्तौ स्तः।

9.2.2 लक्षणानाम् आनुवांशिकनियमाः- मेण्डलस्य योगदानम्

मानवेषु लक्षणानां वंशागतेः नियमाः एतेन विषयेण सम्बद्धाः सन्ति यत् मातापितरौ द्वौ अपि समानानुपातेन आनुवांशिकपदार्थान् सन्ततौ स्थानान्तरितान् कुरुतः। एतस्य अर्थः एषः अस्ति यत् प्रत्येकं लक्षणं पित्रोः डी.एन.ए. इत्यनेन प्रभावितं भवितुं शक्नोति। अतः प्रत्येकं लक्षणार्थं प्रत्येकं सन्ततौ द्वौ विकल्पौ भविष्यतः। पुनः सन्ततौ किं लक्षणं परिलक्षितं भविष्यति? मेण्डलेन (पेटिकायां पश्यन्तु) एतादृश्यः वंशाणोः केचन मुख्यनियमाः प्रस्तुताः। तेषां प्रयोगाणां विषये ज्ञानम् अतिरोचकं भविष्यति यत् सः प्रायः एकशताब्देः अपि पूर्वं कृतवान् आसीत्।

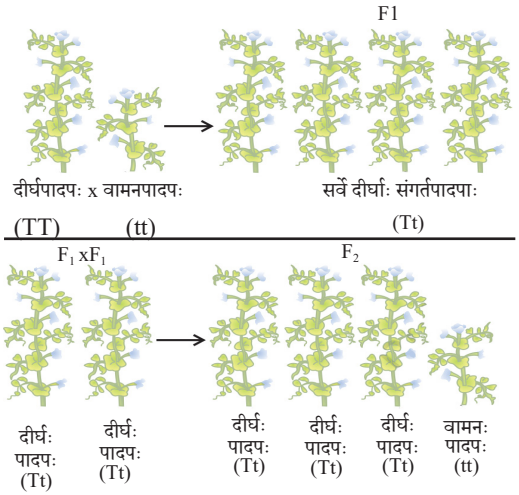
ग्रेगर जॉन मेण्डलः (1822-1884)



मेण्डलस्य प्रारम्भिकशिक्षा एकस्मिन् गिरिजागृहे अभवत् तथा च सः विज्ञानं गणितं च अध्येतुं वियनाविश्वविद्यालयं गतवान्। अध्ययननिमित्तं प्रमाणपत्रस्य परीक्षायाम् असफलता तस्य वैज्ञानिकान्वेषणप्रवृत्तिम् अवरोद्धुं न शक्तवती। सः स्वमोनिस्ट्री प्रति निर्गतवान् तथा च हरेणौ प्रयोगम् आरब्धवान्। तस्मात् पूर्वम् अपि बहवः वैज्ञानिकाः हरेणोः तथा च अन्यजीवानाम् आनुवांशिकगुणानाम् अध्ययनं कृतवन्तः। किन्तु मेण्डलः स्वविज्ञानं तथा च गणितीयं ज्ञानं सम्मिश्रितवान्। सः प्रथमः वैज्ञानिकः आसीत् यः प्रत्येकं वंशक्रमस्य एकैकेन पादपेन प्रदर्शितानि लक्षणानि गणितवान्। एतेन सः आनुंशिकनियमानां प्रतिपादने सहायतां प्राप्तवान् यस्य मुख्यपाठे वयं चर्चां कृतवन्तः।

मेण्डलः हरेणुपादपस्य अनेकानि वैकल्पिकानि लक्षणानि अधीतवान् यानि स्थूलरूपेण दृश्यन्ते। उदाहरणार्थं, वर्तुलाः/वलिमुखबीजाः, दीर्घाः/वामनपादपाः, श्वेतानि/ नीललोहितानि पुष्पाणि, इत्यादयः। सः विभिन्नान् लक्षणयुतान् कलायपादपान् स्वीकृतवान् यथा दीर्घपादपाः वामनपादपाः च। एतेन प्राप्तां सन्ततिं वंशक्रमेण दीर्घाणां वामनपादपानां च प्रतिशतस्य गणनां कृतवान्।

प्रथमसन्ततेः वंशक्रमे अथवा F_1 इत्यत्र कश्चन पादपः मध्यस्थः दीर्घः नासीत्। सर्वे पादपाः दीर्घाः आसन्। एतस्य अर्थः आसीत् द्वाभ्यां लक्षणाभ्यां केवलम् एकं पैतृकं जनकीयं लक्षणम् एव दृश्यते, तयोः द्वयोः मिश्रितः प्रभावः दृष्टिगोचरः न भवति। तर्हि अग्रिमः प्रश्नः आसीत् किं F_1 वंशक्रमपादपाः स्वपैतृकेभ्यः दीर्घपादपेभ्यः पूर्णतया समानाः आसन्? मेण्डलः स्वप्रयोगेषु द्विविधान् पैतृकपादपान् तथा च F_1 वंशक्रमपादपान् स्वपरागणद्वारा उत्पादितवान्। पैतृकवंशक्रमपादपात् प्राप्ताः सर्वाः सन्ततयः अपि दीर्घाः आसन्। किन्तु F_1 वंशक्रमस्य दीर्घपादपानाम् अपरः वंशक्रमः अर्थात् F_2 वंशक्रमस्य सर्वे पादपाः दीर्घाः नासन् अपि तु चतुर्थांशभागसन्ततयः वामनाः पादपाः आसन्। एतत् सूचयति यत् F_1 पादपैः दीर्घता तथा च वामनता द्वयोः लक्षणयोः आनुवांशिकवृद्धिः अभवत्। किन्तु केवलं दीर्घतायाः लक्षणानि एव व्यक्तानि। अतः लैङ्गिकजननेन उत्पन्नजीवेषु कस्यचित् अपि लक्षणस्य द्वयोः प्रतिकृत्योः (स्वरूपयोः) वंशाणुः भवति। एतौ द्वौ समानौ भवितुं शक्नुतः अथवा भिन्नौ भवितुं शक्नुतः यत् च तस्य जनकम् आश्रयति। एतस्याः परिकल्पनायाः आधारेण सञ्जीकृतम् एकं प्रतिमानं वंशानुक्रमस्य 9.3 चित्रे दर्शितम् अस्ति।



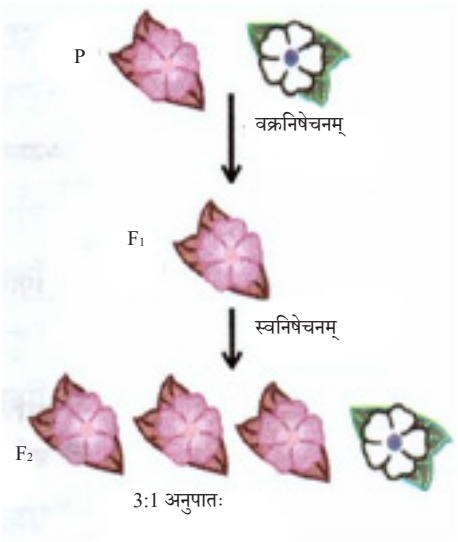
चित्रम् 9.3
द्विवंशक्रमपर्यन्तं लक्षणानाम् वंशानुगतिः

क्रियाकलापः 9.2

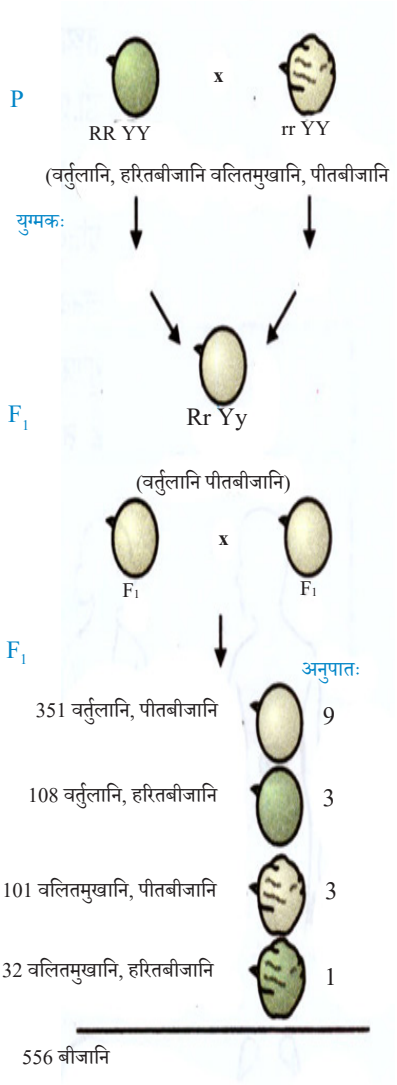
- 9.3 चित्रे वयं कं प्रयोगं कुर्मः येन एतत् सुनिश्चितं भवति यत् F2 वंशानुक्रमे वस्तुतः TT. Tt. तथा च tt इत्यस्य संयोजनं 1:2:1 अनुपाते प्राप्तं भवति?

एतस्यां व्याख्यायां 'TT एवं Tt' द्वौ अपि दीर्घपादपौ स्तः यर्हि 'tt' केवलं वामनपादपाः सन्ति। अपरशब्देषु, T इत्यस्य केवलम् एका एव प्रतिलिपिः पादपं दीर्घं कर्तुं पर्याप्तः अस्ति यर्हि वामनत्वाय 't' इत्यस्य द्वे अपि प्रतिलिपी केवलं 't' भवेत्। 'T'सदृशं लक्षणं 'प्रभावि' लक्षणं कथ्यते यर्हि यत् लक्षणं t वत् व्यवहरति तत् 'अप्रभावि' कथ्यते। 9.4 चित्रे किं लक्षणं प्रभावि अस्ति तथा च किम् अप्रभावि अस्ति।

किं भवति यदा हरेणोः पादपेषु एकस्य वैकल्पिकयुगलस्य स्थाने द्विवैकल्पिकयुगलानाम् अध्ययनार्थं निषेचनं कारणीयम्? वर्तुलबीजिनां दीर्घपादपानां यदि वलिमुखपादपैः सह संकरणं कार्यते तर्हि सन्ततिः कीदृशी भविष्यति? F1 वंशक्रमस्य सर्वे पादपाः दीर्घाः तथा च वर्तुलबीजिनः भविष्यन्ति। अतः दीर्घता वर्तुलबीजानि प्रभावीणि लक्षणानि सन्ति। किन्तु किं भवति यदा F1 सन्ततेः स्वनिषेचनेन F2 वंशक्रमस्य सन्ततिः प्राप्ता भवति? मेण्डलेन कृतस्य प्रथमप्रयोगस्य आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् F2 सन्ततेः केचन पादपाः वर्तुलबीजिनः दीर्घपादपाः भविष्यन्ति तथा च केषाञ्चन वलिमुखबीजिनः वामनाः पादपाः। किन्तु F2 इत्यस्य सन्ततेः केचन पादपाः नूतनं संयोजनं प्रदर्शयिष्यन्ति। तेषु केचन पादपाः दीर्घाः किन्तु वलितमुखबीजिनः तथा च केचन पादपाः वामनाः किन्तु वर्तुलबीजिनः भविष्यन्ति। अतः दीर्घाणि/वामनलक्षणानि तथा च वर्तुलानि/वलिमुखबीजलक्षणानि स्वतन्त्ररूपेण आनुवांशिकानि भवन्ति। एकम् अन्यत् उदाहरणं 9.5 चित्रे दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 9.4



चित्रम् 9.5
द्वयोः पृथक् पृथक् लक्षणयोः (बीजानाम् आकृतिः एवं वर्णः) स्वतन्त्रा आनुवंशिकता

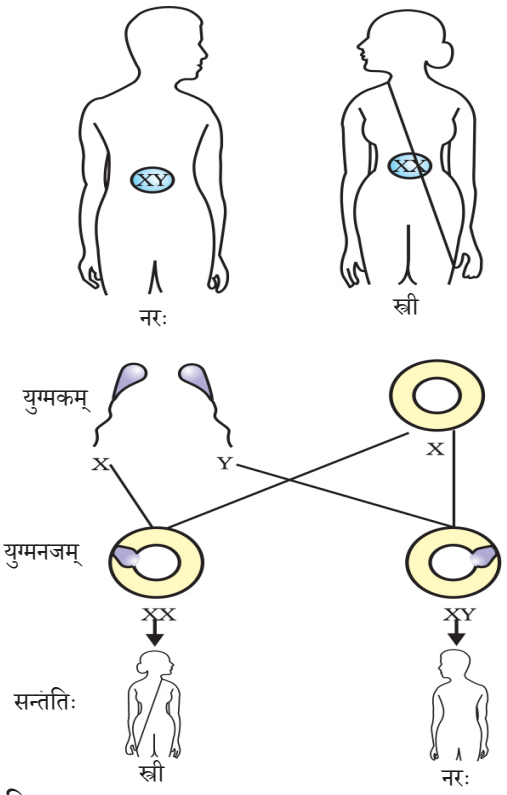
9.2.3 एतानि लक्षणानि आत्मानं केन प्रकारेण व्यक्तानि कुर्वन्ति?

आनुवांशिकताकार्यविधिः केन प्रकारेण भवति? कोशिकायाः डी.एन.ए. इत्यस्मिन् प्रोभूजिनस्य संश्लेषणाय किञ्चन सूचनास्रोतः भवति। डी.एन.ए. इत्यस्य सः भागः यस्मिन् कस्यचित् प्रोभूजिनस्य संश्लेषणाय सूचना भवति, तस्य प्रोभूजिनस्य वंशाणुः कथ्यते। प्रोभूजिनं विभिन्नलक्षणानाम् अभिव्यक्तिं कथं नियन्त्रयति, एतस्य वयम् अत्र चर्चां कुर्मः? आगच्छन्तु, पादपानां दीर्घतायाः लक्षणम् उदाहरणरूपेण स्वीकुर्मः। वयं जानीमः यत् पादपेषु केचन अन्तःस्रावाः भवन्ति ये दीर्घतां नियन्त्रयन्ति। अतः कस्यचित् पादपस्य दीर्घता पादपे उपस्थितस्य तस्य अन्तःस्रावस्य मात्राम् आश्रयिष्यति येन एतत् उत्पाद्यते। किण्वकम् एतस्मै प्रक्रमाय महत्त्वपूर्णं भवति। यदि एतत् किण्वकं (प्रकिण्वं) दक्षतया कार्यं करिष्यति तर्हि अन्तःस्रावः पर्याप्तमात्रायां निर्मितः भविष्यति तथा च पादपाः दीर्घाः भविष्यन्ति। यदि एतस्य प्रोभूजिनस्य वंशाणौ कानिचित् परिवर्तनानि आगच्छन्ति तर्हि निर्मीयमाणस्य प्रोभूजिनस्य दक्षतां प्रभावयिष्यति सः अल्पदक्षः भविष्यति अतः निर्मीयमाणस्य अन्तःस्रावस्य मात्रा अपि न्यूना भविष्यति तथा च पादपः वामनः भविष्यति। अतः वंशाणुः लक्षणानां नियन्त्रणं करोति।

यदि मेण्डलस्य प्रयोगाणां व्याख्या यस्याः वयं चर्चां कुर्वन्तः आस्म सा सम्यक् अस्ति तर्हि एतस्याः चर्चां वयं गते अध्याये कृतवन्तः। लैङ्गिकप्रजननसमये सन्ततेः डी.एन.ए. इत्यस्मिन् द्वयोः जनकयोः समानरूपेण योगदानं भविष्यति। यदि

द्वौ जनकौ सन्ततेः लक्षणानां निर्धारणे सहायतां कुरुतः तर्हि द्वौ अपि जनकौ एकस्याः एव वंशाणोः एकां प्रतिकृतिं सन्ततये प्रदास्यतः। एतस्य अर्थः अस्ति यत् हरेणोः प्रत्येकं पादपे सर्वस्य वंशाणोः द्वौ अनुविद्धौ भविष्यतः, प्रत्येकं जनकात् एकस्य युगलस्य वंशानुगतिः भवति। एतां पद्धतिं सफलीकर्तुं प्रत्येकं जननकोशिकायां वंशाणोः केवलम् एकम् एव युगलं भविष्यति।

यर्हि सामान्यवनस्पतिकोशिकायां वंशाणोः द्वयोः गुच्छयोः द्वे प्रतिलिपी भवतः, पुनः एतासु जननकोशिकासु एतस्य एकः गुच्छः केन प्रकारेण निर्मितः भवति यदि सन्ततिपादपेन जननपादपात् सम्पूर्णवंशाणोः एकः पूर्णः गुच्छः प्राप्तः भवति तर्हि 9.5 चित्रे दर्शितः प्रयोगः सफलः भवितुं न शक्नोति। एतस्य मुख्यं कारणम् अस्ति यत् द्वे लक्षणे 'R' तथा च 'y' गुच्छे परस्परं संलग्ने भवतः तथा च स्वतन्त्ररूपेण आहृते भवितुं न शक्नुतः। एतत् एतस्य तथ्यस्य आधारेण अवबोधयितुं शक्यते यत् वस्तुतः एकः वंशाणुगुच्छः केवलम् एकस्य डी.एन.ए. शृङ्खलारूपेण अभूत्वा डी.एन.ए. इत्यस्य पृथक् पृथक् स्वतन्त्ररूपेण भवति, प्रत्येकं गुणसूत्रं कथ्यते। अतः प्रत्येकं कोशिकायां प्रत्येकं गुणसूत्रस्य द्वे प्रतिकृती भवतः यत्र एका नरात् अपरा स्त्रीजनकात् प्राप्ता भवति। प्रत्येकं जननकोशिकातः (पैतृकतः अथवा मातृकतः) गुणसूत्रस्य प्रत्येकं युगलस्य केवलम् एकम् एव गुणसूत्रम् एकस्यां जननकोशिकायां (युग्मके) गच्छति। यदा द्वयोः युग्मकयोः मेलनं भवति तदा सञ्जाते युग्मनजे गुणसूत्राणां सङ्ख्या पुनः सामान्या भवति तथा च सन्ततौ गुणसूत्रसङ्ख्या निश्चिता भवति, या उपजातेः डी.एन.ए. इत्यस्य स्थायित्वं सुनिश्चितं करोति।



चित्रम् 9.6
मानवे लिङ्गनिर्धारणम्

वंशागतेः एतेन क्रियाविधिना मेण्डलस्य प्रयोगाणां परिणामस्य व्याख्या भवति। एतस्य उपयोगं लैङ्गिकजनकाः सर्वेऽपि जीवाः कुर्वन्ति। किन्तु अलैङ्गिकजनकाः जीवाः अपि वंशागतेः एतान् नियमान् पालयन्ति। किं वयं परिज्ञातुं शक्नुमः यत् तेषु वंशानुगतिः केन प्रकारेण भवति?

9.2.4 लिङ्गनिर्धारणम्

एतस्मिन् विषये वयं चर्चां कृतवन्तः स्मः यत् लैङ्गिकजनने भागग्रहीतारौ जीवौ केनचित् रूपेण परस्परं भिन्नौ भवतः, यस्य बहूनि कारणानि सन्ति। नवजातस्य लिङ्गनिर्धारणं कथं भवति? भिन्नाः भिन्नाः उपजातयः एतदर्थं भिन्नभिन्नयुक्तीनाम् उपयोगं कुर्वन्ति। केचन पूर्णरूपेण पर्यावरणम् आश्रयन्ति। अतः एव केषुचित् प्राणिषु लिङ्गनिर्धारणं निषिक्तम् अण्डं (युग्मकस्य) तापमानम् आश्रयति यत् सन्ततिः नरः भविष्यति अथवा स्त्री। शम्बूकादयः केचन प्राणिनः स्वलिङ्गं परिवर्तयितुं शक्नुवन्ति, यः एतस्य विषयस्य सङ्केतः अस्ति यत् एतेषु लिङ्गनिर्धारणम् आनुवांशिकं नास्ति। किन्तु मानवेषु लिङ्गनिर्धारणम् आनुवांशिकस्य आधारेण भवति। अपरशब्देषु, जनकजीवात् वंशानुगताः वंशाणवः एव एतस्य विषयस्य निर्णयं कुर्वन्ति यत् सन्ततिः बालकः भविष्यति अथवा बालिका। किन्तु अधुना पर्यन्तं वयं मन्यामहे यत् द्वाभ्यां जनकाभ्याम् एकसमानः वंशाणुगुच्छः सन्ततौ गच्छति। यदि एषः शाश्वतः नियमः तर्हि पुनः लिङ्गनिर्धारणं वंशानुगतं कथं भवितुं शक्नोति?

एतस्य व्याख्या एतस्मिन् तथ्ये निहिता यत् मानवस्य सर्वाणि गुणसूत्राणि पूर्णरूपेण युग्मानि न भवन्ति। मानवेषु अधिकांशगुणसूत्राणि मातापित्रोः गुणसूत्राणां प्रतिरूपाणि भवन्ति। एतेषां सङ्ख्या 22 युगलाः भवन्ति। किन्तु एकं युग्मं यत् लिङ्गसूत्रं कथ्यते, यत् सर्वदा पूर्णयुग्मे न भवति। स्त्रियां गुणसूत्रस्य पूर्णयुग्मः भवति तथा च द्वौ अपि 'X' कथ्येते। किन्तु पुरुषे (नरे) एतत् युग्मं परिपूर्णं न भवति, यस्मिन् एकं गुणसूत्रं सामान्याकारकं 'X' भवति तथा च अपरं गुणसूत्रं लघु भवति यत् 'Y' गुणसूत्रं कथ्यते। अतः स्त्रीषु 'XX' तथा च पुरुषेषु 'XY' गुणसूत्राणि भवन्ति। किम् अधुना वयं 'X' तथा च 'Y' वंशानुगतम् उपक्रमं परिज्ञातुं शक्नुमः?

यथा 9.6 चित्रे दर्शितम् अस्ति, सामान्यतः अर्धशिशवः बालकाः तथा च अर्धशिशवः बालिकाः भवितुं शक्नुवन्ति। सर्वे शिशवः बालकाः वा स्युः बालिकाः वा, स्वमातुः 'X' गुणसूत्रं प्राप्नुवन्ति। अतः शिशूनां लिङ्गनिर्धारणम् एतं विषयम् आश्रयति यत् तैः स्वपितुः कीदृशं गुणसूत्रं प्राप्तम् अस्ति। यः बालकः स्वपितुः 'X' गुणसूत्रम् आनुवंशेन प्राप्तवान् सा बालिका तथा च यः पितुः 'Y' गुणसूत्रं प्राप्तवान् सः बालकः भवति।

प्रश्नाः

1. मेण्डलस्य प्रयोगद्वारा कथं ज्ञातं यत् लक्षाणानि प्रभावीणि अप्रभावीणि वा भवन्ति?
2. मेण्डलस्य प्रयोगद्वारा कथं ज्ञातं यत् विभिन्नानि लक्षणानि स्वतन्त्ररूपेण आनुवांशिकानि भवन्ति?
3. एकः 'Aरुधिरवर्ग' पुरुषः एकया स्त्रिया सह विवाहं करोति, यस्याः रुधिरवर्गः 'O' अस्ति। तयोः पुत्र्याः रुधिरवर्गः – 'O' अस्ति। किम् एषा सूचना पर्याप्ता अस्ति यदि भवान् उक्तः स्यात् तर्हि कः विकल्पलक्षणरुधिरवर्गः- 'A' अथवा 'O' प्रभावि लक्षणम् अस्ति? स्वस्य उत्तरस्य स्पष्टीकरणं कुर्वन्तु।
4. मानवेषु लिङ्गनिर्धारणं कथं भवति?

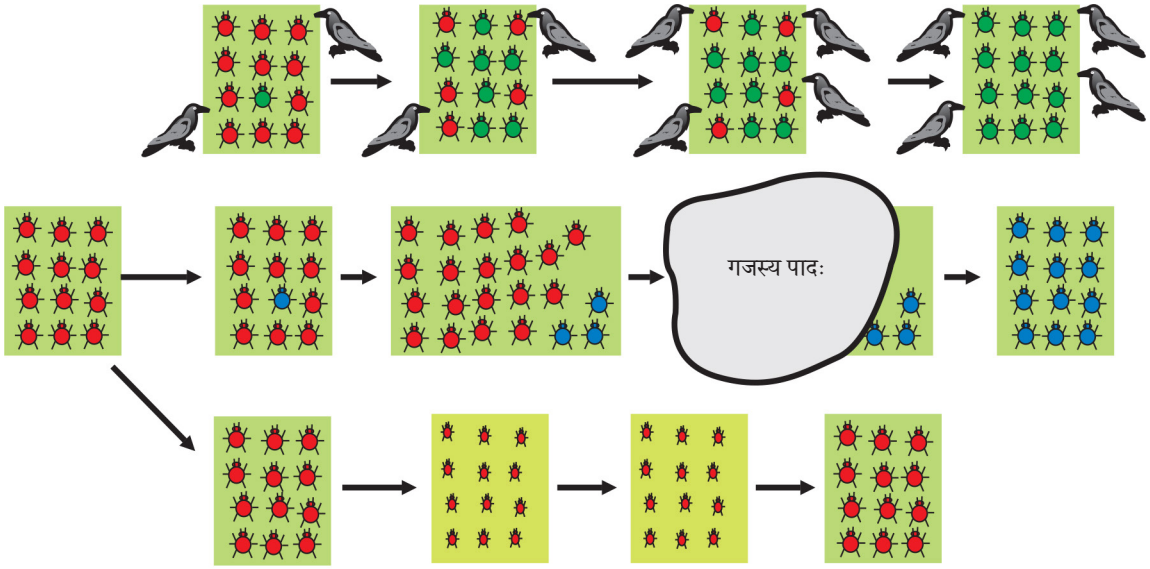
9.3 विकासः

अमाभिः दृष्टं यत् जननप्रक्रियायां विभिन्नायाः प्रकृतिः अन्तर्निहिता भवति या डी.एन.ए. प्रतिकृतौ त्रुटिभिः तथा च लैङ्गिकजननैः उभाभ्याम् उत्पद्यते। आगच्छन्तु, वयम् एतस्याः प्रवृत्तेः केषाञ्चन परिणामानाम् अध्ययनं कुर्मः।

9.3.1 कश्चन दृष्टान्तः

चिन्तयन्तु यत् 12 रक्तभ्रमराणाम् कश्चन समूहः अस्ति। ते हरितपत्राणां विटपेषु वसन्ति। तेषां समष्टिः लैङ्गिकप्रजननद्वारा वृद्धिं करोति तथा च विभिन्नताः उत्पन्नाः भवितुं शक्नुवन्ति। वयम् एतस्य अपि कल्पनां कुर्मः यत् काकाः भ्रमरान् खादन्ति।

काकाः यावतः भृङ्गान् खादिष्यन्ति तावन्तः न्यूनाः भृङ्गाः जननार्थम् उपलब्धाः भविष्यन्ति। अधुना वयम् अन्यपरिस्थितीनां विषये कल्पनां कुर्याम (चित्रम् 9.7) या एतेषां भृङ्गानां समष्टौ विकसितुं शक्नुयात्।



चित्रम् 9.7 एकस्यां समष्टौ विभिन्नताः आनुवंशिकाः तथा च अन्ये

प्रथमस्थितौ, जननसमये कस्यचित् वर्णस्य विभिन्नतायाः उद्भवः भवितुं शक्नोति, येन समष्टौ रक्तवर्णस्य अपेक्षया केचन हरितवर्णभृङ्गाः दृश्यन्ते। हरितभृङ्गाः स्ववर्णं स्वसन्तानाय आहृतं कुर्वन्ति यस्य कारणेन एतस्य सम्पूर्णसन्ततेः वर्णः हरितः भविष्यति। काकाः हरितपत्रविटपेषु हरितभृङ्गान् द्रष्टुं न शक्नुवन्ति, अतः तान् खादितुं न शक्नुवन्ति। किं भविष्यति? हरितभृङ्गाणां सन्ततेः आखेटः न भवति यर्हि रक्तभृङ्गाणां सन्ततेः निरन्तरम् आखेटः जायमानः भवति। परिणामतः भृङ्गाणां समष्टौ रक्तभृङ्गाणाम् अपेक्षया हरितभृङ्गाणां सङ्ख्या वर्धमाना भवति।

अपरपरिस्थितिषु, जननसमये एकवर्णस्य भिन्नतायाः उद्भवः भवति। किन्तु एतस्मिन् समये भृङ्गस्य वर्णः रक्तवर्णस्य स्थाने नीलः अस्ति। एषः भृङ्गः अपि स्ववर्णं वंशानुक्रमेण अग्रिमसन्ततेः कृते वंशानुगतं कारयति। फलस्वरूपतः एतस्य भृङ्गस्य सम्पूर्णसन्ततिः नीलवर्णा भवति। काकाः नीलरक्तभ्रमरान् हरितपत्रेषु अभिज्ञाय तान् खादितुं शक्नुवन्ति। प्रारम्भे किं भवति? समष्टेः आकारः यथा यथा वर्धते तस्मिन् बहुन्यूनाः नीलभ्रमराः सन्ति, किन्तु अधिकांशाः रक्ताः भ्रमराः आसन्। किन्तु एतस्यां स्थितौ एकः गजः तत्र आगच्छति तथा च तान् विटपान् पद्भ्यां घर्षति यस्मिन् एते भ्रमराः निवसन्ति स्म। एतेन बहवः भ्रमराः मृताः भवन्ति। संयोगेन केचन नीलभ्रमराः अवशिष्टाः भवन्ति। एतेषां समष्टिः शनैः शनैः वर्धते किन्तु एतस्मिन् अधिकांशभ्रमराः नीलाः सन्ति।

एतत् स्वाभाविकम् अस्ति यत् द्वयोः स्थित्योः या दुर्लभभिन्नता आसीत्, समयान्तरालेन एकं सामान्यं लक्षणम् अभवत्। भिन्नशब्देषु वंशागतलक्षणस्य वंशक्रमेण आवृत्तिषु परिवर्तनानि आगतानि। यतोहि वंशाणुः एव लक्षणानि नियन्त्रयति। अतः वयं वक्तुं शक्नुमः यत् कस्याञ्चित् समष्टौ कस्यचित् वंशाणोः आवृत्तिः वंशक्रमे परिवर्तते। एषः जैवविकासस्य परिकल्पनायाः सारः अस्ति।

किन्तु द्वयोः परिस्थित्योः काचित् रोचकभिन्नता अपि अस्ति। प्रथमस्थितौ, भिन्नता सामान्या अभवत् यतोहि एतस्मिन्

उत्तरजीविताया: लाभस्थिति: आसीत्। अन्यशब्देषु, एतत् एकं प्राकृतिकं चयनम् आसीत्। वयं द्रष्टुं शक्नुम: यत् प्राकृतिकचयनं काकै: कृतम्। यावन्त: अधिका: काका: भविष्यन्ति तावन्त: अधिका: रक्तभृङ्गा: तेषाम् आखेटा: भविष्यन्ति तथा च समष्टौ हरितभृङ्गाणाम् अनुपात:/ सङ्ख्या वर्धमाना भविष्यति। अत: प्राकृतिकचयनं भृङ्गसमष्टौ विकासं प्रति गच्छति। एतत् भृङ्गसमष्टौ अनुकूलतां दर्शयति येन समष्टिपर्यावरणे इतोऽपि सम्यक्तया वसितुं शक्नुयात्।

अन्यस्थितौ, वर्णपरिवर्तनेन अस्तित्वस्य कृते कश्चित् लाभ: न प्राप्त:। वस्तुत: एतत् केवलं संयोग: एव आसीत् यत् दुर्घटनाया: कारणेन समानवर्णस्य भृङ्गसमष्टि: अवशिष्टा येन समष्टे: स्वरूपं परिवर्तितम्। यदि भृङ्गस्य समष्टे: आकार: विशाल: स्यात् तर्हि गजस्य तस्मिन् कोऽपि प्रभाव: नैव भवति। अत: लघुसमष्टौ दुर्घटना: कस्यचित् वंशाणो: आवृत्तिं प्रभावयितुं शक्नुवन्ति यर्हि तेषाम् उत्तरजीवितार्थं कोऽपि लाभ: न स्यात्। एष: आनुवांशिकस्य अपवादस्य सिद्धान्त: अस्ति य: किमपि अनुकूलनं विना विभिन्नताम् उत्पादयति।

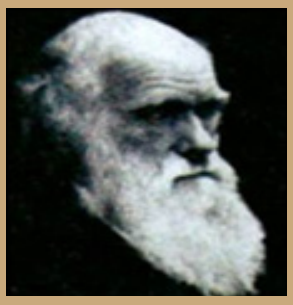
अधुना तृतीयां स्थितिं पश्यन्तु। एतस्मिन् भृङ्गसमष्टि: वर्धनं प्रारभते, विटपेषु पादपरोगा: भवन्ति। भ्रमरार्थं पत्राणि न्यूनानि भवन्ति। परिणामत: भ्रमरा: अल्पपोषिता: भवन्ति। भृङ्गाणाम् अनुमिते भारे प्रचुरमात्रया न्यूनता आगता। केभ्यश्चित् वर्षेभ्य: परम् एतस्यां दुर्भिक्षस्थितौ भृङ्गाणां केभ्यश्चित् वंशानुक्रमेभ्य: परं यदा पादपानां रोगा: समाप्ता: भवन्ति तथा च भोजनस्य पर्याप्ता मात्रा उपलब्धा भवति तदा भृङ्गाणां भारे किं परिवर्तनम् आगमिष्यति, एतस्मिन् विषये विचारं कुर्वन्तु ?

9.3.2 उपार्जितानि तथा च आनुवांशिकानि लक्षणानि

वयं पूर्वं चर्चां कृतवन्त: यत् लैङ्गिकजनकजीवेषु युग्मका: अथवा जननकोशिका: विशिष्टजननोतकेषु निर्मिता: भवन्ति। यदि बुभुक्षाया: कारणेन भृङ्गाणां शरीरभारे न्यूनता आगच्छति तर्हि एतेन जननकोशिकानां डी.एन.ए. इत्यस्य सङ्घटने कोपि प्रभाव: न भविष्यति। अत: बुभुक्षाया: कारणेन यदि समष्टौ केचन भ्रमरा: अल्पभारवन्त: स्यु: चेदपि एतस्मै विकाससंज्ञा दातुं न शक्यते। एतस्य मुख्यं कारणम् एतस्य लक्षणस्य अभाव: एव। कायिक-ऊतकेषु जायमानानि परिवर्तनानि लैङ्गिककोशिकानां डी.एन.ए. मध्ये गन्तुं न शक्नुवन्ति। कस्यचित् जनस्य जीवनकाले अर्जिता: अनुभवा: यतोहि जननकोशिकानां डी.एन.ए. मध्ये कापि भिन्नता न आगच्छति, अत: एष: अपि जैवविकास: इति वक्तुं न शक्यते।

एतत् ज्ञातुम् आगच्छन्तु यत् अर्जिता: अनुभवा:/लक्षणानि जैवप्रक्रमद्वारा अग्रिमवंशक्रमाय वंशानुगतानि न भवन्ति एकेन प्रयोगेण अवगच्छाम:। यदि वयं पुच्छवत: मूषकस्य संवर्धनं कुर्म: तर्हि तस्य अग्रिमवंशक्रमस्य सन्तते: अपि पुच्छं भविष्यति, यथा वयम् अनुमानं कुर्वन्त: आस्म। अधुना यदि एतेषां मूषकाणां पुच्छं बहुवंशक्रमपर्यन्तं कर्तयाम:, तर्हि किं एताभ्य: मूषिकाभ्य: निष्पुच्छिका सन्तति: प्राप्ता भविष्यति? एतस्य उत्तरम् अस्ति, न। यत् स्वाभाविकम् अपि अस्ति, यतोहि पुच्छकर्तनेन जननकोशिकानां वंशाणौ कोऽपि प्रभाव: न भवति।

चार्ल्स रॉबर्ट डार्विनः (1809-1882)



चार्ल्स डार्विनः यदा 22 वर्षीयः आसीत् तदा तेन साहसिकी सामुद्रिकी यात्रा कृता। पञ्चवर्षेषु सः दक्षिण-अमेरिकायाः तथा च एतस्याः विभिन्नद्वीपानां यात्रां कृतवान्। एतस्याः यात्रायाः उद्देश्यं पृथिव्यां जैवविविधतायाः स्वरूपज्ञानप्राप्तिः आसीत्। तस्य एतया यात्रया जैवविविधतायाः विषये तस्मिन् समये व्याप्तानि दृष्टिकोणानि परिवर्तितानि एतत् अपि अत्यन्तं रोचकम् अस्ति यत् इङ्ग्लैण्ड प्रत्यागमनात्परं सः कामपि यात्रां न कृतवान्। गृहे एव वासं कृतवान् तथा च सः अनेकान् प्रयोगान् कृतवान् येषाम् आधारेण सः स्वेन "प्राकृतिकवरणेन" जैवविकासस्य स्वसिद्धान्तस्य परिकल्पनां कृतवान्। सः एतत् न जानाति स्म यत् केन प्रकारेण उपजातौ भिन्नताः आयान्ति। सः मेण्डलस्य प्रयोगैः लाभं प्राप्नोति स्म, किन्तु एतौ द्वौ अपि वैज्ञानिकौ न परस्परं नैव च तयोः कार्यविषये जानीतः स्म! वयं डार्विनमहोदयं केवलं तस्य जैवविकासस्य कारणेन एव जानीमः। किन्तु सः प्रकृतिशास्त्री अपि आसीत् तथा च तस्य एकः शोधः भूमेः उर्वरतायाः निर्माणे किञ्चुलुकस्य भूमिकायाः विषये आसीत्।

एतत् एव कारणम् अस्ति यत् आनुवांशिकता तथा च वंशानुगतिः ययोः चर्चा अस्माभिः पूर्वम् एव कृता अस्ति, तस्य ज्ञानं जैवविकासवादम् अवगन्तुम् आवश्यकम् अस्ति। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् नवदशे शताब्दे प्राकृतिकवरणद्वारा जैवविकासस्य सिद्धान्तप्रतिपादकः चार्ल्स डार्विनः अपि एतस्य क्रियाविधिम् अन्वेष्टुं न शक्तवान्। सः एतत् अवश्यम् अकरिष्यत् यदि सः स्वसमकालीनस्य आस्ट्रियन ग्रेगर मेण्डलस्य प्रयोगाणां महत्त्वम् अज्ञास्यत्। मेण्डलः अपि डार्विनस्य सिद्धान्तैः अनभिज्ञः आसीत्।

एतदपि जानन्तु

पृथिव्यां जीवनस्य उत्पत्तिः

डार्विनस्य सिद्धान्तः अस्मान् बोधयति यत् पृथिव्यां सरलजीवैः जटिलजीवानां विकासः केन प्रकारेण अभवत्। मेण्डलस्य प्रयोगैः वयम् एकस्मात् वंशक्रमात् अपरस्मिन् वंशक्रमे लक्षणानां वंशानुगतेः कार्यविधिं परिज्ञातवन्तः। किन्तु द्वौ अपि एतस्य अवबोधने असमर्थौ आस्तां यत् पृथिव्यां जीवनस्य उत्पत्तिः कथम् अभवत् अर्थात् एतस्य सर्वप्रथमम् आविर्भावः केन प्रकारेण अभवत्।

कश्चन ब्रिटिश वैज्ञानिकः जे.बी.एस. हाल्डेनः (यः अनन्तरं भारतस्य नागरिकः अभवत्) 1929 तमे वर्षे एतं परामर्शं दत्तवान् यत् जीवानां सर्वप्रथमम् उत्पत्तिः तैः सरलैः अजैविकाणुभिः एव जाता स्यात् ये पृथिव्याः उत्पत्तिसमये निर्मिताः आसन्। सः कल्पनां कृतवान् यत् तदानीन्तनं वातावरणं, पृथिव्याः वर्तमानात् वातावरणात् सर्वथा भिन्नम् आसीत्। एतस्मिन् प्राथमिके वातावरणे प्रायः केषाञ्चन जटिलप्राङ्गाराणां संश्लेषणम् अभवत् ये जीवनार्थम् आवश्यकाः आसन्। सर्वप्रथमं प्राथमिकजीवः अन्यैः रासायनिकसंश्लेषणैः उत्पन्नः स्यात्। एते प्राङ्गारीयाः अणवः कथम् उत्पन्नाः? एतस्य उत्तरस्य परिकल्पना स्टेनले एल.मिलरेण तथा च हेराल्ड सी. उरे महोदयेन 1953 तमे वर्षे कृतानां प्रयोगाणाम् आधारेण कर्तुं शक्यते। सः कृत्रिमरूपेण एतादृशं वातावरणं निर्मितवान् यत् सम्भवतः प्राथमिकस्य/प्राचीनस्य वातावरणस्य समानम् आसीत् (एतस्मिन् अमृतक्षारः, मीथेनवातः तथा च उदजनशुल्बे यस्य अणवः आसन् किन्तु प्राणवायोः न), पात्रे जलम् अपि आसीत्। एतत् 1000 सेल्सियसतः किञ्चित् न्यूने तापे स्थापितम्। वातानां मिश्रणे अग्निकणाः उत्पादिताः यथा आकाशे विद्युत् एकसप्ताहात् परं, 15 प्रतिशतं प्राङ्गाराः (मीथेनवातात्) सरलजैविकयौगिकेषु परिवर्तिताः। एतस्मिन् एमिनो अम्लः अपि संश्लेषितः स्यात् यः प्रोभूजिनस्य अणूनां निर्माणं करोति। तर्हि, किं पृथिव्याम् अद्य अपि जीवनस्य उत्पत्तिः भवितुं शक्नोति?

प्रश्नाः

1. ताः काः विभिन्नपद्धतयः सन्ति याभिः एकस्य विशेषलक्षणवतः व्यष्टिजीवस्य सङ्ख्या समष्टौ वर्धितुं शक्नोति।
2. एकेन एकलजीवेन उपार्जितानि लक्षणानि समान्यतः अग्रिमे वंशक्रमे वंशानुगताः न भवन्ति। किमर्थम् ?
3. व्याघ्राणां संख्यायां न्यूनता आनुवांशिकतायाः दृष्ट्या चिन्तायाः विषयः किमर्थम् अस्ति?

9.4 जातेः उद्भवः

अधुना पर्यन्तं वयं यत्किमपि अवगतवन्तः सः सूक्ष्मविकासः आसीत्। एतस्य अर्थः अस्ति यत् परिवर्तनम् एतत् बहु लघु अस्ति यद्यपि महत्त्वपूर्णं तथापि एतत् विशिष्टजातेः समष्टेः समान्यलक्षणेषु परिवर्तनम् आनयति, किन्तु एतेन एतत् अवगन्तुं न शक्यते यत् नूतनजातेः उद्भवः केन प्रकारेण भवति। एतत् तदा एव वक्तुं शक्यते स्म यदा भ्रमराणाम् एषः समूहः यस्य वयं चर्चां कुर्मः, यदि द्वयोः भिन्नसमष्ट्योः ते वितीर्णाः भवेयुः तर्हि परस्परं जनने असमर्थाः स्युः। यदा एषा स्थितिः उत्पद्यते, तदा वयं तान् द्वे स्वतन्त्रजाती इति वक्तुं शक्नुमः। तर्हि किं वयं तेषां कारणानां विस्तारं कुर्मः यस्य चर्चां वयं पूर्वम् एव कृतवन्तः तथा च उपजातेः उत्पत्तिसिद्धान्तम् अवगन्तुं प्रयासं कुर्मः?

चिन्तयन्तु, किं भविष्यति यत् तानि विटपानि येषु भ्रमराः भोजनार्थम् आश्रिताः भवन्ति, एकस्याः पर्वतशृङ्खलायाः विशाले क्षेत्रे विस्तीर्णाः भवेयुः। परिणामतः समष्टेः आकारः अपि विशालः भवति। किन्तु व्यष्टिभ्रमराः स्वभोजनार्थम् आजीवनं स्वं परितः विद्यमानानि कानिचित् विटपानि आश्रयन्ति। ते बहुदूरं गन्तुं न शक्नुवन्ति। अतः भ्रमराणां विशालसमष्टिं परितः उपसमष्टिः भविष्यति। यतोहि नराः तथा च स्त्रीभ्रमराः जननार्थम् आवश्यकाः सन्ति अतः जननं प्रायः एतेषाम् उपसमष्टिसदस्यानां मध्ये एव भविष्यति। आम्, केचन साहसिकाः भ्रमराः एकस्मात् स्थानात् अन्यत् स्थानं गन्तुं शक्नुवन्ति अथवा काकः एकं भ्रमरम् एकस्मात् स्थानात् उत्थाप्य विना हानिं कुर्वन् अन्यस्मिन् स्थाने त्यजति। द्वयोः स्थित्योः अप्रवासिभ्रमराः स्थानीयसमष्ट्या सह एव जननं करिष्यन्ति। परिणामतः अप्रवासिभ्रमराणाम् वंशाणुः नूतनसमष्टौ प्रविष्टाः भविष्यन्ति। एतादृशः वंशाणुप्रवाहः तासु समष्टिषु भवति याः आंशिकरूपेण पृथक् पृथक् सन्ति; किन्तु पूर्णरूपेण पृथक् न अभवन्। किन्तु, यदि एतादृश्योः द्वयोः उपसमष्ट्योः मध्ये एका विशाला नदी आगच्छेत्, तर्हि द्वे अपि समष्टी अधिकं पृथक् भविष्यतः। द्वयोर्मध्ये वंशाणुप्रवाहस्य स्तरः इतोऽपि न्यूनः भविष्यति।

उत्तरोत्तरं वंशक्रमेषु आनुवांशिकं विचलनं प्रत्येकम् उपसमष्टौ विभिन्नानां परिवर्तनानां सङ्ग्रहणं भविष्यति। भौगोलिकरूपेण विभिन्नासु एतासु समष्टिषु प्राकृतिकचयनस्य पद्धतिः भिन्ना भविष्यति। अतः उदाहरणार्थम्, एकस्याः उपसमष्टेः सीमायां श्येनद्वारा काकाः समाप्ताः भवन्ति।

किन्तु अन्यासु उपसमष्टिषु एषा घटना न भवति, यत्र काकानां सङ्ख्या बहु अधिका अस्ति। परिणामतः प्रथमे स्थाने भ्रमराणां

हरितवर्णस्य (लक्षणस्य) प्राकृतिकं चयनं न भविष्यति किन्तु अन्यस्मिन् स्थाने एतस्य चयनं भविष्यति।

भ्रमराणाम् एतासु पृथक् उपसमष्टिषु आनुवांशिकविचलनस्य तथा च प्राकृतिकवरणस्य (चयनस्य) संयुक्तप्रभावकारणेन प्रत्येकं समष्टिः अधिकभिन्ना भवति। एतत् अपि सम्भवति यत् एतासां समष्टीनां सदस्याः परस्परं मेलनात् परम् अपि अन्तर्जनने असमर्थाः स्युः।

अनेकाः पद्धतयः सन्ति यैः एतत् परिवर्तनं सम्भवति। यदि डी.एन.ए. इत्यस्मिन् एतत् परिवर्तनं पर्याप्तम् अस्ति यथा गुणसूत्राणां सङ्ख्यायां परिवर्तनं, तर्हि द्वयोः समष्ट्योः सदस्यानां जननकोशिकाः (युग्मकाः) संलयने असमर्थाः भवितुं शक्नुवन्ति। अथवा सम्भवति यत् एतादृशी भिन्नता उत्पन्ना भवेत् यत्र हरितवर्णस्य स्त्रीभ्रमरः रक्तवर्णस्य पुरुषभ्रमरेण सह जननक्षमतां विलोपयति, सा केवलं हरितवर्णीयेन नरभ्रमरेण सह एव जनयितुं शक्नोति। एतत् हरितवर्णस्य प्राकृतिकवरणाय काचित् अत्यन्तं दृढा परिस्थितिः अस्ति। अधुना यदि एतादृशी हरितस्त्रीभृङ्गी अन्यसमूहस्य रक्तनरभ्रमरेण मिलति तर्हि तस्य व्यवहारः एवं भविष्यति यत् जननं न स्यात्। परिणामतः भ्रमराणां नूतन-उपजातेः उद्भवः भवति।

प्रश्नाः

1. ते के कारकाः सन्ति ये नूतन-उपजातेः उद्भवे सहायकाः सन्ति?
2. किं भौगोलिकं पृथक्करणं स्वपरागण-उपजातेः पादपानां जातेः उद्भवस्य प्रमुखं कारणं भवितुं शक्नोति? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?
3. किं भौगोलिकं पृथक्करणम् अलैङ्गिकजननवतां जीवानां जातेः उद्भवस्य प्रमुखकारकं भवितुं शक्नोति? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?

9.5 विकासःतथा च वर्गीकरणम्

एतेषां सिद्धान्तानाम् आधारेण वयं स्वं परितः प्राप्यमाणानां विभिन्नजातीनां मध्ये विकासीयं सम्बन्धं स्थापयितुं शक्नुमः। एतत् एकप्रकारेण समयस्य घटीतः किञ्चित् पृष्ठे गमनम् अस्ति। वयम् एवं विभिन्न-उपजातेः अभिलक्षणानां पदानुक्रमस्य निर्धारणं कृत्वा कर्तुं शक्नुमः। एतं प्रक्रमम् अवगन्तुम् अस्माभिः नवमकक्ष्यायां पठितं जीवानां वर्गीकरणं स्मरणीयम्।

विभिन्नजीवानां मध्ये समानताः अस्मभ्यं तान् जीवान् एकस्मिन् समूहे स्थापनस्य तथा च तेषाम् अध्ययनस्य अवसरप्रदानं कुर्वन्ति। एतदर्थं कानि अभिलक्षणानि जीवानां मध्ये आधारभूतभिन्नतानां निर्णयं कुर्वन्ति तथा च कानि अभिलक्षणानि न्यूनमहत्त्वपूर्णानां भिन्नतानां निर्णयं स्वीकुर्वन्ति? अभिलक्षणैः अस्माकं कः अभिप्रायः? बाह्याकृतेः अथवा व्यवहारस्य विवरणम् **अभिलक्षणं** कथ्यते। अस्माकं चत्वारः पादाः भवन्ति, एतत् एकम् अभिलक्षणम् अस्ति। पादपेषु प्रकाशसंश्लेषणं भवति, एतत् अपि एकम् अभिलक्षणम् अस्ति।

कानिचित् आधारभूतानि अभिलक्षणानि अधिकांशजीवेषु समानानि भवन्ति। कोशिका सर्वेषां जीवानाम् आधारभूतं घटकम् अस्ति। वर्गीकरणस्य अग्रिमे स्तरे कानिचित् अभिलक्षणानि अधिकांशजीवेषु समानानि भवितुं शक्नुवन्ति किन्तु सर्वेषु जीवेषु न। कोशिकायाः अभिकल्पस्य आधारभूतस्य अभिलक्षणस्य एकम् उदाहरणं कोशिकायां केन्द्रकस्य उपस्थितिः अनुपस्थितिः वा यत् विभिन्नजीवेषु भिन्नं भवितुं शक्नोति। जीवाणुकोशिकायां केन्द्रकं न

गुणाः शारीरिके अभिकल्पे एकाम् आधारभूतां भिन्नतां दर्शयन्ति ये कोशिकानाम् ऊतकानां वा विशिष्टीकरणस्य कारणानि सन्ति। बहुकोशिकेषु जीवेषु प्रकाशसंश्लेषणस्य भावः अथवा अभावः वर्गीकरणस्य अग्रिमः स्तरः अस्ति। ते बहुकोशिकजीवाः येषु प्रकाशसंशलेषणं न भवति, तेषु केचन जीवाः एतादृशाः सन्ति येषु अन्तः अस्थिपञ्जरं भवति तथा च केषुचित् बाह्य-अस्थिपञ्जरस्य अभिलक्षणानि एकस्य अन्यविधस्य आधारभूताधिकल्पस्य भिन्नता अस्ति। एते न्यूनप्रश्नाः, यान् वयं पृष्टवन्तः, तैः अपि वयं द्रष्टुं शक्नुमः यत् पदानुक्रमः विकसितः भवति यस्य आधारेण वर्गीकरणाय समूहः निर्मातुं शक्यते।

द्वयोः उपजात्योः मध्ये यावन्ति अधिकानि अभिलक्षणानि समानानि भविष्यन्ति तेषां सम्बन्धः अपि तावान् एव समीस्थः भविष्यति। यावत्यः अधिकाः समानताः तेषु भविष्यन्ति तेषाम् उद्भवः अपि समीपे अतीते समानपूर्वजैः जातः स्यात्। एतत् वयम् उदाहरणस्य साहाय्येन अवगन्तुं शक्नुमः। एकः भ्राता तथा च भगिनी अतिनिकटसम्बन्धिनौ स्तः। तयोः पूर्ववंशक्रमे तेषां पूर्वजाः समानाः आसन् अर्थात् ते एकस्य एव मातापित्रोः सन्ततयः सन्ति। बालिकायाः पितृव्याः/मातुलेयाः पुत्राः पुत्र्यः च अपि तेन सम्बद्धाः सन्ति किन्तु तस्याः स्वभ्रातुः अपेक्षया न्यूनम् अस्ति। एतस्य मुख्यकारणम् अस्ति यत् तेषां पूर्वजाः समानाः सन्ति, अर्थात् पितामहः पितामही ये तेभ्यः वंशक्रमद्वयपूर्वतनाः सन्ति, नैव एकवंशक्रमपूर्वतनाः। अधुना भवन्तः एतं विषयं सम्यक् अवगन्तुं शक्नुवन्ति यत् उपजातेः/जीवानां वर्गीकरणं तेषां विकासस्य सम्बन्धानां प्रतिबिम्बः अस्ति।

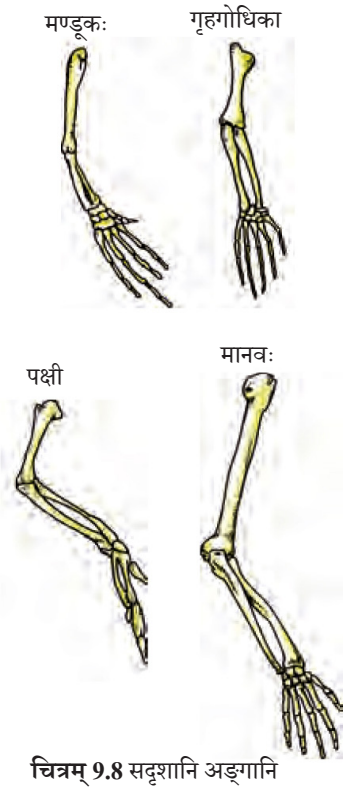
अतः वयम् उपजातेः एतादृशान् समूहान् निर्मातुं शक्नुमः येषां पूर्वजाः तत्कालातीते समानाः आसन्, एतदनन्तरम् एतस्य समूहस्य एकं विशालं समूहं निर्मान्तु येषां पूर्वजाः प्रायः दूरस्थाः स्युः। सैद्धान्तिकरूपेण अतीतशृङ्खलायाः निर्माणं कुर्वन्तः वयं विकासस्य प्रारम्भिकस्थितिं प्राप्तुं शक्नुमः। यत्र केवलम् एका एव उपजातिः आसीत्। यदि एतत् सत्यम् अस्ति तर्हि जीवनस्य उत्पत्तिः अवश्यम् एव अजैविकपदार्थैः जाता स्यात्। एतत् केन प्रकारेण सम्भावितं स्यात्, एतस्य विषये अनेके सिद्धान्ताः सन्ति। एतत् रोचकं भविष्यति यदि वयं स्वसिद्धान्तान् प्रतिपादयितुं शक्नुयाम।

9.5.1 विकासीयसम्बन्धस्य अन्वेषणम्

यदा वयं विकासीयसम्बन्धान् ज्ञातुं प्रयत्नं कुर्मः तदा वयं समानाभिलक्षणानां परिज्ञानं कथं कुर्मः। विभिन्नजीवेषु एतानि अभिलक्षणानि समानानि भविष्यन्ति यतोहि तानि समानजनकेन आनुवांशिकानि अभवन्। उदाहरणरूपेण, एतां वास्तविकताम् एव स्वीकुर्मः यत् पक्षिणां, सरीसृपाणां तथा च जलस्थलचराणाम् इव (amphibians) स्तनधारिणाम् अपि चत्वारः पादाः भवन्ति (चित्रम् 9.8)।

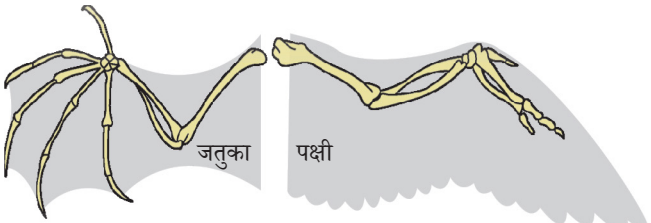
सर्वेषु पादानाम् आधारभूता संरचना समाना अस्ति, यद्यपि विभिन्नेषु कशेरुकेषु भिन्नं भिन्नं कार्यं कर्तुम् एतस्मिन् रूपान्तरणम् अभवत्, तथापि पादस्य आधारभूता संरचना एकसमाना अस्ति। एतादृशात् समजातात् अभिलक्षणात् भिन्नाः दृश्यमानानां विभिन्नानाम् उपजातीनां मध्ये विकासीयसम्बन्धस्य परिज्ञाने सहायता प्राप्यते।

किन्तु कस्यचित् अङ्गस्य आकृतौ समानतायाः एकमात्रं कारणं समानपूर्वजानां परम्परा नास्ति। जतुकायाः तथा च पक्षिणः पक्षस्य (चित्रम् 9.9) विषये भवतां कः विचारः अस्ति? पक्षिणः तथा च जतुकायाः पक्षाः भवन्ति, किन्तु चिक्रोडस्य तथा च गृहगोधिकायाः न। तर्हि



चित्रम् 9.8 सदृशानि अङ्गानि

किं पक्षिणां तथा च जतुकायाः मध्ये सम्बन्धः चिक्रोडस्य तथा च गृहगोधिकायाः अपेक्षया अधिकः घनिष्ठः अस्ति?



चित्रम् 9.9
सदृशानि अङ्गानि - जतुकायाः तथा च पक्षिणः पक्षाः

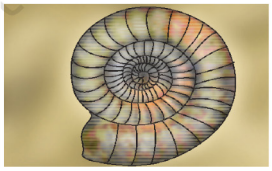
निष्कर्षनिष्कासनात् पूर्वम् अस्माभिः पक्षिणः तथा च जतुकायाः पक्षाः इतोऽपि सूक्ष्मरूपेण द्रष्टव्याः। यदा वयम् एवं कुर्मः तदा अस्माभिः ज्ञायते यत् जतुकायाः पक्षाः मुख्यतः तस्य दीर्घायाः अङ्गुल्याः मध्यत्वचः विस्तरणात् निर्मिताः सन्ति। किन्तु पक्षिणः पक्षाः तस्य अग्रबाहोः त्वचः पूर्णविस्तारणात् निर्मिताः भवन्ति ये तनूरुहैः आच्छादिताः भवन्ति।

अतः द्वयोः पक्षयोः अभिकल्पः, तेषां संरचनायां तथा च सङ्घटकेषु बहु भिन्नता अस्ति। ते एकसदृशाः दृश्यन्ते यतोहि ते उड्डयनार्थम् एतस्य उपयोगं कुर्वन्ति किन्तु सर्वेषाम् उत्पत्तिः पूर्णतया समाना नास्ति। एतेन कारणेन एतत् तानि समरूपाभिलक्षणानि निर्माति न तु समजातानि अभिलक्षणानि। अधुना एतस्य विचारः रोचकः भविष्यति यत् पक्षिणः अग्रपादः तथा च जतुकायाः अग्रपादः समजातः मन्तव्यः उत समरूपः!

9.5.2 जीवाश्माः

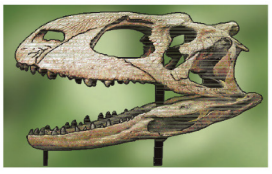
अङ्गानां संरचना केवलं वर्तमानायाम् उपजातौ एव कर्तुं न शक्यते, अपि तु तासु उपजातिषु अपि कर्तुं शक्यते याः अधुना जीविताः न सन्ति। वयं कथं जानीमः यत् एषा विलुप्ता उपजातिः कदाचित् अस्तित्वे अपि आसीत्? एतत् वयं जीवाश्मद्वारा एव ज्ञातुं शक्नुमः (चित्रम् 9.10)। जीवाश्मः कः अस्ति? सामान्यतः जीवस्य मृत्योः अनन्तरं तस्य शरीरस्य

जीवाश्मवृक्षस्य काण्डम्


जीवाश्म-अकशेरुकी (अमोनाइट

जीवाश्म-अकशेरुकी (ट्राइलोबाइट)

जीवाश्ममत्स्यः (नाइटिया


जीवाश्मभीमसरटकपालः (राजासौरस)

चित्रम् 9.10 विभिन्नप्रकारकाः जीवाश्माः। विभिन्नान् आविर्भावान् तथा च परिरक्षिताः विस्तृताः अवस्थाः पश्यन्तु। भीमसरटस्य कपालजीवाश्मः यः दर्शितः अस्ति सः केभ्यश्चित् वर्षेभ्यः पूर्वं नर्मदायाः कन्दरे प्राप्तः आसीत्।

अपघटनं भवति तथा च सः समाप्तः भवति। किन्तु यदा कदा जीवाः अथवा तस्य केचन भागाः एतादृशे वातावरणे गच्छन्ति येन कारणेन एतेषाम् अपघटनं पूर्णतया न भवति। उदाहरणार्थं, यदि कश्चन मृतः कीटः उष्णमृत्तिकायां शुष्कः भूत्वा कठोरः भवेत् तथा च तस्मिन् कीटस्य शरीरचिह्नं सुरक्षितं स्यात्। जीवस्य एतादृशाः परिरक्षिताः अवशेषाः जीवाश्माः कथ्यन्ते।

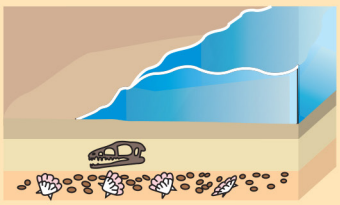
वयम् एतत् कथं ज्ञातुं शक्नुमः यत् जीवाश्माः कियन्तः पुरातनाः सन्ति? एतस्य विषयस्य आकलनाय द्वौ घटकौ स्तः। एकः सापेक्षः अस्ति। यदि वयं कस्यचित् स्थानस्य खननं कुर्मः तथा च किञ्चित् गभीरपर्यन्तं खननान्तरम् अस्माभिः जीवाश्माः प्राप्यन्ते तर्हि एतादृश्यां स्थितौ एषः विचारः तर्कसङ्गतः अस्ति यत् पृथिव्याः तलसमीपस्थाः जीवाश्माः गभीरे स्तरे प्राप्तानां जीवाश्मानाम् अपेक्षया अधिकनूतनाः सन्ति। अपरः विधिः अस्ति "जीवावशेषाः (फॉसिल डेटिंग") यस्मिन् जीवाश्मेषु प्राप्यमाणाः कस्यचित् एकतत्त्वस्य विभिन्नानां समस्थानिकानाम् अनुपातस्य आधारेण जीवाश्मानां समयनिर्धारणं क्रियते। एतस्य ज्ञानम् अतिरोचकं भविष्यति यत् एषः विधिः केन प्रकारेण कार्यं करोति।

एतदपि जानन्तु

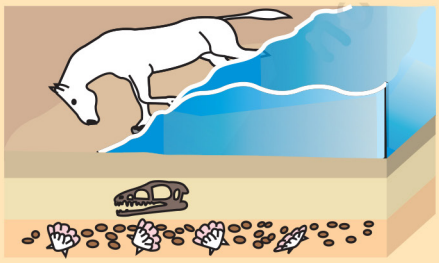
जीवाश्माः एकैकशः एकं स्तरं कथं निर्मान्ति?

आगच्छन्तु 10 कोटिवर्षेभ्यः (10 मिलियन) पूर्वतः प्रारम्भं कुर्मः। समुद्रतले केषाञ्चन अकशेरुकीयजीवानां मृत्युः भवति तथा च ते वालुकायाम् निपीडिताः भवन्ति। शनैः शनैः इतोऽपि अधिका वालुका एकत्र भवति तथा च अधिकपीडनस्य कारणेन शिला निर्मिता भवति।

केभ्यश्चित् कोटिवर्षेभ्यः परं, क्षेत्रे वसन्तः भीमसरटाः मृताः भवन्ति तथा च तेषां शरीरम् अपि मृत्तिकायां नुन्नं भवति। एषा मृत्तिका अपि नुत्त्वा शिला निर्मिता भवति। या

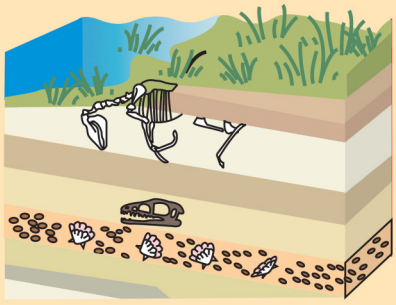


पूर्वतन- अकशेरुकीयजीवाश्मवत्याः शिलायाः उपरिनिर्मिता भवति।



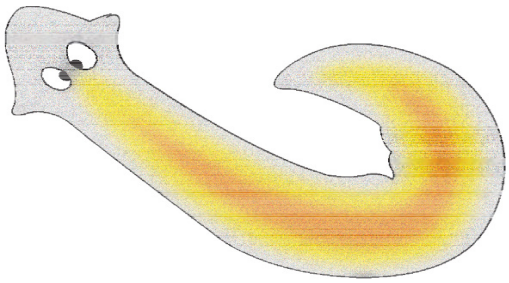
पुनः एतस्य इतोऽपि केभ्यश्चित् कोटिवर्षेभ्यः परम् एतस्मिन् क्षेत्रे अश्वसदृशानां केषाञ्चन जीवानां जीवाश्माः शिलासु नुन्नाः भवन्ति।

एतस्य बहुसमयानन्तरं मृदापक्षरणस्य (चिन्तयन्तु जलप्रवाहस्य) कारणेन काश्चन शिलाः विदीर्णाः भवन्ति तथा च अश्वसदृशाः जीवाश्माः प्रादुर्भवन्ति। यथा यथा वयं गभीरतया खननं कुर्मः, तथा तथा पुरातनाः तथा च पुरातनजीवाश्माः प्राप्ताः भवन्ति।



9.5.3 विकासस्य चरणाः

अत्र एषः प्रश्नः उदेति यत् यदि जटिलानि अङ्गानि, उदाहरणार्थं नेत्रस्य चयनं तेषाम् उपयोगितायाः आधारेण भवति तर्हि तानि डी.एन.ए. इत्यस्मिन् केवलं परिवर्तनद्वारा केन प्रकारेण सम्भवति? निश्चितरूपेण एतादृशानां जटिलानाम् अङ्गानां विकासः क्रमिकरूपेण अनेकेषु वंशक्रमेषु जातः स्यात्। किन्तु मध्यस्थानि परिवर्तनानि कथं चितानि भवन्ति? एतदर्थम् अनेकानि सम्भावितानि



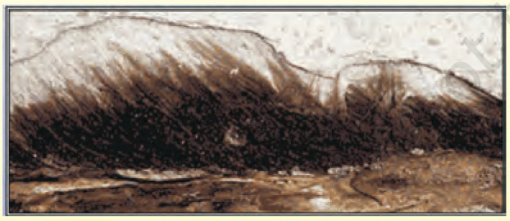
चित्रम् 9.11 प्लैनेरियानामके चिपिटे कीटे अति सरलं नेत्रं भवति यत् वस्तुतः नेत्रबिन्दुः अस्ति यत् प्रकाशं परिचेतुं शक्नोति।

स्पष्टीकरणानि सन्ति। एकं मध्यस्थचरणं (चित्रम् 9.11) यथा अल्पवर्धितं नेत्रं, काञ्चित् मर्यादां यावत् उपयोगि भवितुं शक्नोति। एषा योग्यता लाभाय पर्याप्ता भवितुं शक्नोति। वस्तुतः पक्षवत् नेत्रम् अपि एकं व्यापकम् अनुकूलनम् अस्ति। एतत् कीटकेषु प्राप्यते, तथैव सामुद्रिकेषु जीवेषु अष्टभुजे तथा च कशेरुक्याम् अपि, तथा च नेत्रस्य संरचना एतेषु सर्वेषु जीवेषु भिन्ना अस्ति यस्य मुख्यकारणं पृथक् पृथक् विकासीया उत्पत्तिः अस्ति।

सह एव, एकं परिवर्तनम् एकस्य गुणस्य कृते उपयोगि अस्ति, कालान्तरे कस्यचित् अन्यस्य कार्यस्य कृते अपि उपयोगि भवितुं शक्नोति। उदाहरणार्थं, ये प्रायः शीतकाले उष्णावरोधनाय विकसिताः आसन्, कालक्रमेण उड्डयनाय अपि उपयोगिनः अभवन्। वस्तुतः केचन उड्डयने समर्थाः न आसन्। अनन्तरं प्रायः पक्षिणः तनूरुहाणाम् उड्डयनाय प्रयोगं कृतवन्तः। भीमसरटः तथा च सरीसृपाः आसन्, अतः वयम् एतम् अर्थं निष्कासयितुं शक्नुमः यत् पक्षिणः बहुसामीप्यात् सरीसृपेण सम्बद्धाः सन्ति।

एषः ड्रोमोसॉरपरिवारस्य लघुः भीमसरटः अस्ति।

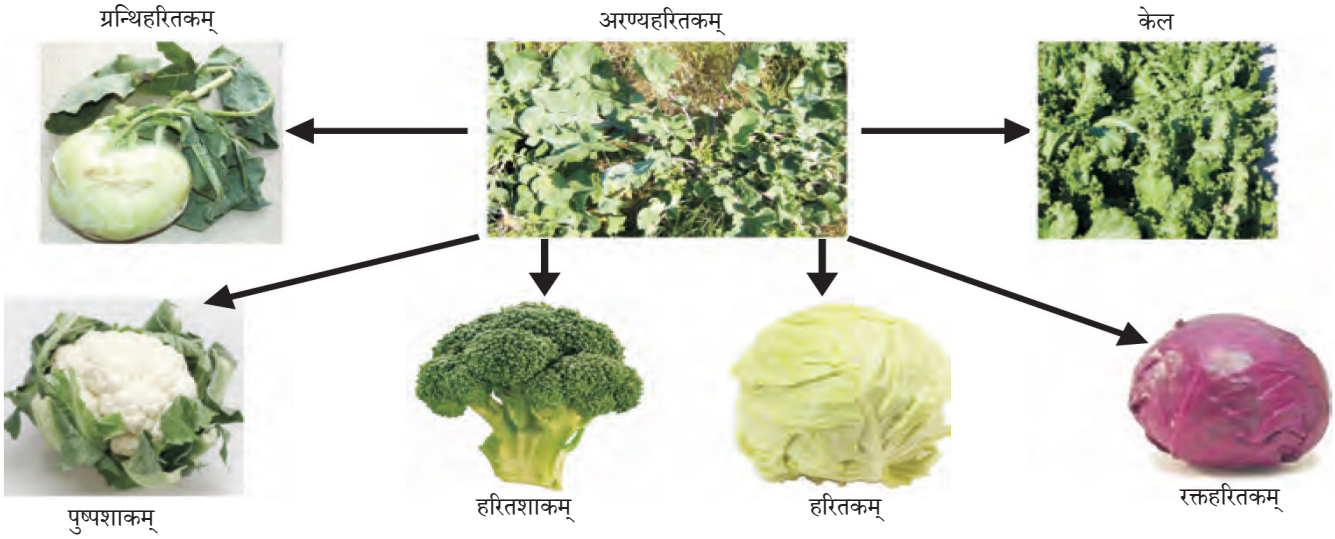
भीमसरटस्य एतैः अस्थिभिः सह तनूरुहाणां चिह्नम् अपि परिरक्षितम् आसीत्। अत्र वयम् अग्रबाहौ स्थितानां तनूरुहाणां चिह्नम् अपि द्रष्टुं शक्नुमः।



जीवाश्मानां शीर्षतनूरुहाणां समीपे चित्रम्, एषः भीमसरटः उड्डयने असमर्थः आसीत्। एतत् सम्भवति यत् तनूरुहाणां विकासस्य उड्डयनेन सह कोऽपि सम्बन्धः न स्यात्।

चित्रम् 9.12
भीमसरटस्य तथा च तनूरुहाणां विकासः

अत्र एतस्य उल्लेखः रोचकः भविष्यति यत् बहु आधिक्येन भिन्नाः दृश्यमानाः संरचनाः समानपरिकल्पेन विकासं कर्तुं शक्नुवन्ति। एतत् सत्यम् अस्ति यत् जीवाश्मेषु अङ्गानां संरचनायाः विवेचनम् अनुमाने अस्माकं सहायकं भवितुं शक्नोति। एषः विकासीयः सम्बन्धः कियत् पृष्ठे गन्तुं शक्नोति? किम् एतस्य प्रक्रमस्य उदाहरणानि उपलब्धानि सन्ति? अरण्यहरितकम् एतस्य एकम् उत्तमम् उदाहरणम् अस्ति। द्विसहस्रवर्षपूर्वतः मनुष्याः अरण्यहरितकं खाद्यपादपरूपेण वपन्ति स्म, तथा च तेन चयनद्वारा एतस्मात् विभिन्नानि शाकानि विकसितानि सन्ति (चित्रम् 9.13)। किन्तु एतत् प्राकृतिकं वरणम् अभूत्वा कृत्रिमं चयनम् अस्ति। केचन कृषकाः एतस्य पत्राणां मध्ये दूरतां न्यूनीकर्तुम् इच्छन्ति स्म येन हरितकस्य विकासः अभवत्, यत् वयं खादामः। केचन कृषकाः पुष्पाणां वृद्धिम् अवरोद्धुम् इच्छन्ति स्म अतः पुष्पहरितकं विकसितम्, अथवा जङ्गलपुष्पैः पुष्पशाकं विकसितम् अभवत्। केचन प्रफुल्लभागस्य चयनं कृतवन्तः अतः ग्रन्थिहरितकं विकसितम् अभवत्। केचन केवलं विशालानि पत्राणि एव इष्टवन्तः तथा च "केल" नामकं शाकं विकासितवन्तः। यदि मनुष्यः स्वयम् एवं न अकरिष्यत् तर्हि वयं कदाचित् एवं चिन्तयितुं शक्नुमः स्म उपर्युक्तानि सर्वाणि समानजनकात् विकसितानि?



चित्रम् 9.13 अरण्यहरितकस्य विकासः

विकासीयं सम्बन्धम् अन्वेष्टुम् एका अन्या पद्धतिः तां मौलिकपरिकल्पनाम् आश्रयति यया पद्धत्या वयम् आरम्भं कृतवन्तः आस्म। एषः विचारः आसीत् यत् जननसमये डी.एन.ए. इत्यस्मिन् जायमानानि परिवर्तनानि विकासस्य आधारभूता घटना अस्ति। यदि, एतत् सत्यम् अस्ति तर्हि विभिन्न-उपजातीनां डी.एन.ए. इत्यस्य संरचनायाः तुलनया वयं साक्षात् एतस्य निर्धारणं कर्तुं शक्नुमः यत् एतेषाम् उपजातीनाम् उद्भवसमये डी.एन.ए. मध्ये कानि कानि तथा च कति परिवर्तनानि आगतानि। विकासीयसम्बन्धानां स्थापने एषः विधिः व्यापकस्तरे प्रयुज्यते।

एतदपि जानन्तु?

आणविकं जातिवृत्तम्

वयम् एतं विषयं चर्चयामः यत् कोशिकायाः विभाजनसमये डी.एन.ए. मध्ये जायमानैः परिवर्तनैः तस्मिन् प्रोभूजिने अपि परिवर्तनम् आगमिष्यति यत् नूतनेन डी.एन.ए. इत्यनेन भविष्यति, अपरः विषयः एषः अभवत् यत् परिवर्तनम् एतत् उत्तरोत्तरं वंशक्रमेषु सञ्चितं भविष्यति। किं वयं समयेन सह अतीतं ज्ञातुं शक्नुमः एतत् परिवर्तनं कस्मिन् समये अभवत्? आणविकं जातिवृत्तं वस्तुतः एतत् एव करोति। अस्मिन् अध्याये एषः विचारः सन्निहितः अस्ति दूरस्थसम्बन्धिजीवानां डी.एन.ए. इत्यस्मिन् एताः विभिन्नताः अधिकसङ्ख्यायां सञ्चिताः भविष्यन्ति। एतादृशम् अध्ययनं विकासीयान् सम्बन्धान् अन्विषति तथा च एतत् अत्यन्तं महत्त्वपूर्णम् अस्ति यत् विभिन्नजीवानां मध्ये आणविकजातिवृत्तेन स्थापितैः सम्बन्धाः वर्गीकरणेन सम्मिलिताः भवन्ति यस्य विषये वयं नवमकक्ष्यायां पठितवन्तः।

प्रश्नाः

1. तेषाम् अभिलक्षणानाम् एकम् उदाहरणं ददतु येषाम् उपयोगं वयं द्वयोः उपजात्योः विकासीयानां सम्बन्धानां निर्धारणाय कुर्मः?
2. किं कस्यचित् चित्रपतङ्गस्य तथा च जतुकायाः पक्षाः समजातानि अङ्गानि कथयितुं शक्यन्ते? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?
3. जीवाश्माः के सन्ति? ते जैवविकासप्रक्रमस्य विषये किं दर्शयन्ति?

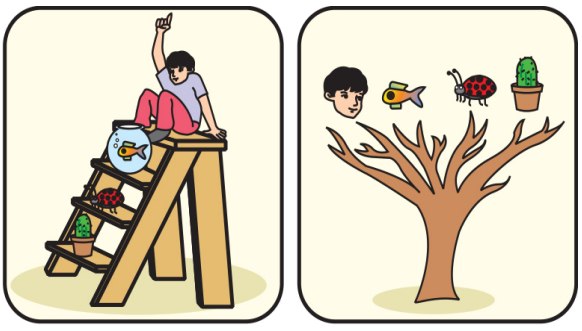
9.6 विकासः प्रगतिवत् न मन्तव्यः

उपजातेः वंशवृक्षाणां शृङ्खलायाः अन्वेषणस्य प्रयासे अस्माभिः केचन विषयाः ध्यातव्याः भवन्ति। प्रथमम् एतस्य प्रक्रमस्य प्रत्येकं स्तरे अनेकाः शाखाः सम्भवन्ति। अतः एवं नास्ति यत् नूतन-उपजातीनाम् उद्भवार्थं प्रथमा उपजातिः विलुप्ता भवेत्। एका नूतना उपजातिः उत्पन्ना, भ्रमराणाम् उदाहरणेषु दृष्टम् आसीत्, नूतन-उपजातेः उत्पत्त्यर्थम् एतत् आवश्यकं नास्ति यत् प्रथमा विलुप्ता भवेत्। एतत् सर्वं पर्यावरणम् आश्रयति। एतस्य एषः अपि अर्थः नास्ति यत् विकसिता नूतना उपजातिः स्वपूर्वज-उपजात्याः अपेक्षया उत्तमा एव भवेत्। केवलं प्राकृतिकवरणस्य तथा च आनुवांशिकविचलनस्य संयुक्तप्रभावेण एतादृशी समष्टिः निर्मिता यस्याः सदस्याः प्रथम-उपजात्या सह जनने असमर्थाः सन्ति। अतः उदाहरणार्थम्, एतत् सत्यं नास्ति यत् मानवस्य विकासः मेध्यवानरात् अभवत्। अपि तु पूर्वं मानवः तथा च मेध्यवानरः द्वयोः अपि पूर्वजाः समानाः आसन्। ते न मेध्यवानरवत् आसन् नैव च मानववत्। एतत् अपि आवश्यकं नास्ति यत् पूर्वजात् पृथक्भवनस्य प्रथमे चरणे एव आधुनिकस्य मेध्यवानरस्य अथवा मानवस्य उत्पत्तिः जाता स्यात्। किन्तु एतस्य विषयस्य सम्भावना अधिका अस्ति यत् द्वयोः उपजात्योः विकासः भिन्नभिन्नपद्धत्या विभिन्नशाखासु स्वपद्धत्या जातः स्यात् येन आधुनिक-उपजातेः वर्तमानं स्वरूपं निर्मितम् अस्ति।

वस्तुतः, जैवविकासस्य सिद्धान्तानाम् अर्थः कापि वास्तविकी "प्रगतिः" नास्ति। विविधतानाम् उत्पत्त्या तथा च प्राकृतिकचयनद्वारा तस्मै केवलं स्वरूपप्रदानम् एव विकासः अस्ति। जैवविकासे प्रगतेः यदि काचित् प्रवृत्तिः दृश्यते तर्हि सा समयेन सह एव शारीरिक-अभिकल्पस्य जटिलतायां वृद्धिः। किन्तु एतस्य अर्थः कदापि एषः नास्ति यत् पूर्वतनाः अभिकल्पाः (प्राचीनाः) अदक्षाः सन्ति। अनेके अतिप्राचीनाः तथा च सरलाः अभिकल्पाः अद्यापि अस्तित्वे सन्ति। वस्तुतः सरलतमः अभिकल्पयुतः एकः समूहजीवाणु-विषमः पर्यावरणसदृशे यथा - उष्णजलपाते, गभीरसमुद्रस्य उष्णस्रोतसि तथा च अण्टार्कटिकायाः हिमे अपि प्राप्यते। अन्यशब्देषु, मानवः जैवविकासस्य शिखरे नास्ति, अपि तु जैवविकासशृङ्खलायाम् उत्पन्ना एका इतोऽपि उपजातिः अस्ति।

9.6.1 मानवविकासः

मानवविकासस्य अध्ययनार्थम् अपि तेषाम् एव साधनानाम् उपयोगं कुर्मः येषां जैवविकासार्थं कृतम् आसीत्, यथा उत्खननम्, समयनिर्धारणं तथा च जीवाश्मानाम्



चित्रम् 9.14

अध्ययनेन सह डी.एन.ए. अनुक्रमस्य निर्धारणं मानवविकासस्य अध्ययनस्य मुख्यानि साधनानि सन्ति। एतस्यां पृथिव्यां ग्रहे च मानवस्य वर्णरूपे तथा च आकृतौ अत्यधिकाः विविधताः दृग्गोचर्यः भवन्ति।

एताः विविधताः एतवत्यः अधिकाः तथा च प्रखराः सन्ति यत् दीर्घकालं यावत् जनाः मनुष्यस्य "प्रजातीनाम्" एव वार्तां कुर्वन्ति स्म। सामान्यतः त्वग्वर्णः एतादृशप्रजातेः निर्धारणार्थं प्रयुज्यते स्म। केचन पीताः, केचन कृष्णाः, श्वेताः, धूसराः वा कथ्यन्ते स्म। दीर्घकालं यावत् वादः

प्रचलति यत् किम् एतेषाम् आभासिसमूहानां विकासः पृथक् पृथक् जातः अस्ति? गतेषु केषुचित् वर्षेषु प्रमाणानि अतीव स्पष्टानि अभवन्। वयं वक्तुं शक्नुमः यत् एतासाम् आभासिप्रजातीनां कश्चित् अपि जैविकः आधारः नास्ति। सर्वेऽपि मानवाः एकस्याः एव उपजातेः सदस्याः सन्ति।

केवलम् एतत् एव न, यत् वयं गतेभ्यः कतिपयेभ्यः सहस्रवर्षेभ्यः कुत्र वसन्तः स्मः अपि तु अस्माकं सर्वेषाम् उद्भवः अफ्रीकातः अभवत्। आधुनिकमानव-उपजातेः 'होमो सैपियंस' इत्यस्य सर्वप्रथमं (प्राचीनतमाः) सदस्याः तत्रैव अन्वेष्टुं शक्यन्ते। अस्माकम् आनुवांशिकानि चिह्नानि कालगर्ते अफ्रीकीमूले एव अन्वेष्टुं शक्यन्ते। केभ्यश्चित् सहस्रवर्षेभ्यः पूर्वम् अस्माकं पूर्वजाः अफ्रीकां त्यक्तवन्तः किन्तु केचन तत्र एव स्थितवन्तः। यद्यपि तत्रस्थाः मूलनिवासिनः सम्पूर्ण-अफ्रीकायां प्रसृताः अभवन् , उत्प्रवासिनः शनैः शनैः सम्पूर्णे ग्रहे (संसारे) प्रसृताः अभवन् – अफ्रीकातः पश्चिम एशिया, तथा च ततः मध्य एशिया, यूरेशिया, दक्षिणी एशिया तथा च पूर्व एशिया। ततः ते इण्डोनेशियायाः द्वीपात् तथा च फिलीपांसतः आस्ट्रेलियापर्यन्तं यात्रां कृतवन्तः। ते बेरिङ्गसेतुं लङ्घयित्वा अमेरिकां प्राप्तवन्तः। यतोहि ते केवलं यात्रायाः उद्देश्येन यात्रां न कुर्वन्ति स्म अतः ते एकस्य एव मार्गस्य चयनं न कृतवन्तः। ते विभिन्नसमूहेषु कदाचित् अग्रतः तथा च कदाचित् पृष्ठतः गतवन्तः। समूहः परस्परं बहु वारं पृथक् जातः। यदा कदा पृथक् भूत्वा विभिन्नदिक्षु अग्रतः गतवन्तः किन्तु केचन परावर्त्य परस्परं मिलितवन्तः। गमनागमनस्य एषः क्रमः प्रचलन् एव आसीत्। एतस्य ग्रहस्य अन्या उपजातिः इव एव तेषाम् उत्पत्तिः जैवविकासस्य एतत् घटनामात्रम् आसीत् तथा च ते स्वजीवनं सर्वोत्तमपद्धत्या जीवितुं प्रयासं कुर्वन्तः आसन्।

प्रश्नाः

1. किं कारणम् अस्ति यत् आकृतौ आकारे वर्णरूपे च एतावत् पृथक् दृश्यमानाः मानवाः एकस्याः एव उपजातेः सदस्याः सन्ति?
2. विकासस्य आधारेण किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् जीवाणौ ऊर्णनाभौ मत्स्ये मेध्यवानरे च कस्य शारीरिकः अभिकल्पः उत्तमः अस्ति? स्वस्य उत्तरस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- जननसमये उत्पन्नाः विभिन्नताः वंशानुगताः भवितुं शक्नुवन्ति।
- एतासां विभिन्नतानां कारणेन जीवानाम् उत्तरजीवितायां वृद्धिः भवितुं शक्नोति।
- लैङ्गिकजननजीवेषु एकस्य अभिलक्षणस्य (Trait) वंशाणोः द्वे प्रतिलिपी भवतः। एतासां प्रतिलिपीनाम् एकरूपतायाः अभावस्थितौ यानि अभिलक्षणानि व्यक्तानि भवन्ति तानि प्रभाविलक्षणानि तथा च अन्यानि अप्रभाविलक्षणानि कथ्यन्ते।
- विभिन्नलक्षणानि केषुचित् जीवेषु स्वतन्त्ररूपेण वंशानुगतानि भवन्ति। सन्ततिषु नूतनाः संयोगाः उत्पन्नाः भवन्ति।
- विभिन्नजातिषु लिङ्गनिर्धारणस्य कारकाः भिन्नाः भवन्ति। मानवेषु सन्ततेः लिङ्गम् एतं विषयम् आश्रयति यत् पितुः सकाशात् प्राप्यमाणं गुणसूत्रं 'x' (बालिकानां कृते) अथवा 'y' (बालकानां कृते) कीदृशम् अस्ति।

- उपजातौ विभिन्नताः तम् उत्तरजीवितानिमित्तं योग्यं निर्मातुं शक्नुवन्ति अथवा केवलम् आनुवांशिकविचलने योगदानं कुर्वन्ति।
- कायिक-ऊतकेषु पर्यावरणीयकारकद्वारा उत्पन्नानि परिवर्तनानि वंशानुगतानि न भवन्ति।
- विभिन्नतानां भौगोलिकपार्थक्यस्य कारणेन उपजातीकरणं भवितुं शक्नोति।
- विकासीयसम्बन्धाः जीवानां वर्गीकरणे अन्वेष्टुं शक्यन्ते।
- अतीते काले गत्वा समानपूर्वजानाम् अन्वेषणेन वयं ज्ञातुं शक्नुमः यत् समयस्य कस्मिंश्चित् बिन्दौ अजैवपदार्थाः जीवनस्य उत्पत्तिं कृतवन्तः।
- जैवविकासम् अवगन्तुम् केवलं वर्तमान-उपजातेः अध्ययनं पर्याप्तं नास्ति, अपि तु जीवाश्मानाम् अध्ययनम् अपि आवश्यकं भवति।
- अस्तित्वलाभार्थं मध्यवर्तिचरणद्वारा जटिलाङ्गानां विकासः अभवत्।
- जैवविकाससमये अङ्गानि अथवा आकृतयः नूतनप्रकार्यार्थम् अनुकूलिताः भवन्ति। उदाहरणार्थम्, प्रारम्भे ये उष्णतां प्रदातुं विकसिताः आसन्, कालान्तरे उड्डयनार्थम् अनुकूलिताः अभवन्।
- विकासः 'निम्न' अभिरूपात् 'उच्चतर' अभिरूपस्य प्रगतिः इति वक्तुं न शक्यते। अपि तु एवं प्रतीयते यत् विकासः अधिकं जटिलं शारीरिकम् अभिकल्पम् उत्पादितवान् यर्हि सरलतमाः शारीरिकाः अभिकल्पाः सुचारुतया स्वस्य अस्तित्वं संरक्षितवन्तः।
- मानवविकासस्य अध्ययनात् अस्माभिः ज्ञायते यत् वयं सर्वे अपि एकस्याः एव उपजातेः सदस्याः स्मः यस्याः उदयः अफ्रीकायाम् अभवत् तथा च क्रमशः विश्वस्य विभिन्नेषु भागेषु व्यापृताः।

अभ्यासः

1. मेण्डलस्य एकस्मिन् प्रयोगे दीर्घाः हरेणोः पादपाः येषां नीललोहितानि पुष्पाणि आसन्, तेषां सङ्करणं वामनपादपैः सह कारितं येषां पुष्पाणि श्वेतानि आसन्। एतस्य सन्ततेः सर्वेषु पादपेषु पुष्पाणि नीललोहितानि आसन्। किन्तु तेषु प्रायः अर्धं वामनानि आसन्। एतेन वक्तुं शक्यते यत् दीर्घजनकपादपानाम् आनुवांशिकरचना निम्ना आसीत्-

   TTWW

   TTww

   TtWW

   TtWw
2. समजातानाम् अङ्गानाम् उदाहरणानि सन्ति-

   (a) अस्माकं हस्तौ शुनकस्य अग्रपादौ

   (b) अस्माकं दन्ताः तथा च गजस्य दन्ताः

   (c) आलुकस्य तथा च तृणस्य उपरि भूस्तरः

   (d) उपर्युक्तानि सर्वाणि
3. विकासीयदृष्टिकोणेन अस्माकं समानता केन सह अस्ति-

   (a) चीनस्य विद्यार्थिभिः

   (b) मेध्यवानरैः

   (c) ऊर्णनाभैः

   (d) जीवाणुभिः
4. एकेन अध्ययनेन ज्ञातं यत् सामान्यवर्णनेत्रवतां बालकानां जनकयोः (पित्रोः) नेत्रे अपि सामान्यवर्णीये भवतः। एतस्य आधारेण किं वयं वक्तुं शक्नुमः यत् नेत्रयोः लक्षणानि प्रभावीणि सन्ति अथवा अप्रभावीणि? स्वस्य उत्तरस्य व्याख्यां कुर्वन्तु

5 जैवविकासस्य तथा च वर्गीकरणस्य अध्ययनक्षेत्रं कथं परस्परं सम्बद्धम् अस्ति।

6. समजातानि तथा च समरूपाणि अङ्गानि उदाहरणमाध्यनेन अवबोधयन्तु।

7. शुनकस्य चर्मणः प्रभाविवर्णं ज्ञातुम् उद्दिश्य एकां योजनां निर्मान्तु।

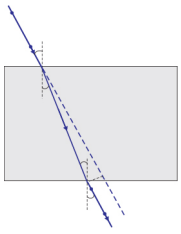
8. विकासीयसम्बन्धानां स्थापने जीवाश्मानां किं महत्त्वम् अस्ति?

9. केषां प्रमाणानाम् आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् जीवनस्य उत्पत्तिः अजैविकपदार्थात् अभवत्?

10. अलैङ्गिकजननस्य अपेक्षया लैङ्गिकजननद्वारा उत्पन्नाः विभिन्नताः अधिकस्थायिन्यः भवन्ति, व्याख्यां कुर्वन्तु। एतत् लैङ्गिकप्रजनकजीवानां विकासं केन प्रकारेण प्रभावयति?

11. सन्ततिषु नरद्वारा तथा च स्त्रीजनकद्वारा आनुवांशिके योगदाने समाना सहभागिता केन प्रकारेण सुनिश्चीयते।

12. केवलं ताः विभिन्नताः याः केषाञ्चित् एकलजीविनां कृते उपयोगिन्यः भवन्ति, समष्टौ स्वस्य अस्तित्वं संरक्षन्ति। किं भवन्तः एतेन कथनेन सम्मताः सन्ति? किमर्थं तथा च किमर्थं न?



दशमः अध्यायः

प्रकाशस्य परावर्तनम् अपवर्तनं च

वयम् एतस्मिन् संसारे स्वं परितः विविधानि वस्तूनि पश्यामः। तथापि, कस्मिंश्चित् अन्धकारमये प्रकोष्ठे वयं किमपि द्रष्टुं न शक्नुमः। प्रकोष्ठे प्रकाशिते सति वस्तूनि दृश्यन्ते। तत् किम् अस्ति यत् वस्तूनि दर्शयति। दिवसे सूर्यप्रकाशः वस्तूनां दर्शने अस्माकं सहायतां करोति। किञ्चित् वस्तु तस्मिन् पतन्तं प्रकाशं परावर्तयति। एषः परावर्तितः प्रकाशः यदा अस्माकं नेत्राभ्यां गृह्यते, तदा अस्मान् वस्तुदर्शनयोग्यान् निर्माति। वयं कस्यचित् पारदर्शिमाध्यमस्य पारं द्रष्टुं शक्नुमः यतोहि प्रकाशः इतः पारं गच्छति। प्रकाशेन सम्बद्धाः अनेकाः समान्याः तथा च अद्भुताः परिघटनाः सन्ति यथा- दर्पणद्वारा प्रतिबिम्बस्य निर्माणं, नक्षत्राणां प्रकाशः, इन्द्रधनुषः सुन्दरवर्णाः, केनचित् माध्यमेन प्रकाशस्य परिवर्तनम् इत्यादि। प्रकाशस्य गुणानाम् अध्ययनम् एतेषाम् अन्वेषणे अस्माकं सहायतां करिष्यति।

स्वं परितः काश्चन सामान्याः प्रकाशिकाः परिघटनाः दृष्ट्वा वयम् एतत् निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् प्रकाशः सरलरेखासु गच्छन् प्रतीयते। तथ्यम् एतत् यत् एकं लघुप्रकाशस्रोतः कस्यचित् पारदर्शिवस्तुनः तीक्ष्णच्छायां निर्माति, प्रकाशस्य एकं सरलरेखीयमार्गं प्रति सङ्केतं करोति, यः प्रायः **प्रकाशकिरणः** कथ्यते।

एतदपि जानन्तु

यदि प्रकाशस्य मार्गे स्थापितम् अपारदर्शि वस्तु अत्यन्तं लघु अस्ति तर्हि प्रकाशः सरलरेखायां चलनस्य अपेक्षया एतस्य तटेषु परावर्तप्रवृत्तिं दर्शयति- एषः प्रभावः प्रकाशस्य विवर्तनं कथ्यते। तदा सा प्रकाशिकी यस्यां सरलरेखीयव्यवहारस्य आधारेण किरणानाम् उपयोगः क्रियते ते असफलताम् आरभन्ते। विवर्तनसदृशीः परिघटनाः व्याख्यातुं प्रकाशः तरङ्गरूपेण मन्यते यस्य विस्तृतम् अध्ययनं भवन्तः उच्चकक्ष्यासु करिष्यन्ति। पुनः, विंशतितमस्य शताब्दस्य प्रारम्भे एतत् स्पष्टं जातं यत् प्रकाशस्य द्रव्येण सह अन्योन्यक्रियायाः विवेचने प्रकाशस्य तरङ्गसिद्धान्तः अपर्याप्तः अस्ति तथा च प्रकाशः प्रायः कणानां प्रवाहवत् व्यवहारं करोति। प्रकाशस्य शुद्धप्रकृतिविषये एषा समस्या कानिचन वर्षाणि यावत् प्राचलत् यावत् पर्यन्तं प्रकाशस्य आधुनिकः परिमाणसिद्धान्तः प्रकाशितः भूत्वा साक्षात् न आगतः यस्मिन् प्रकाशः न तु तरङ्गः अनुमतः न वा कणः। एषः नूतनः सिद्धान्तः प्रकाशस्य कणसम्बद्धगुणानां तथा च तरङ्गप्रकृतेः मध्ये सामञ्जस्यं स्थापितवान्।

एतस्मिन् अध्याये एतस्य प्रकाशपरावर्तनस्य तथा च अपवर्तनस्य परिघटनानां, प्रकाशस्य सरलरेखीयगमनस्य उपयोगं

कृत्वा, अध्ययनं करिष्यामः। एताः मूलधारणाः प्रकृत्यां घटमानानां कासाञ्चन परिघटनानाम् अध्ययने अस्माकं साहाय्यं करिष्यन्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं गोलीयदर्पणद्वारा प्रकाशस्य परावर्तनं तथा च प्रकाशस्य अपवर्तनं वास्तविकजीवने तेषाम् अनुप्रयोगान् अवगन्तुं प्रयत्नं करिष्यामः।

10.1 प्रकाशस्य परावर्तनम्

उत्तुङ्गं परिमृष्टं पृष्ठं, यथा दर्पणः स्वस्मिन् पतन्तं प्रकाशं परावर्तयति। भवन्तः प्रकाशस्य परावर्तनस्य नियमैः पूर्वतः एव परिचिताः सन्ति। आगच्छन्तु, एतान् नियमान् स्मरेम -

(i) आपतनकोणः, परावर्तनकोणस्य समानः भवति, तथा च

(ii) आपतितः किरणः, दर्पणस्य आपतनबिन्दौ प्रतिबिम्बिताः तथा च परावर्तितकिरणाः, सर्वे एकस्मिन् एव तले भवन्ति।

परावर्तनस्य एते नियमाः गोलीयपृष्ठसहितानां सर्वप्रकारकाणां परावर्तकपृष्ठानां कृते भवन्ति। भवन्तः दर्पणस्य समतलप्रतिबिम्बेन परिचिताः सन्ति। प्रतिबिम्बस्य काः विशेषताः सन्ति? समतलदर्पणेन निर्मितं प्रतिबिम्बं सदैव आभासि तथा च सरलं भवति। प्रतिबिम्बस्य आकारः बिम्बस्य (वस्तुनः) आकारसदृशः भवति। प्रतिबिम्बं दर्पणस्य पृष्ठतः तावति एव दूरे निर्मितं भवति, यावति दूरे दर्पणस्य पुरतः बिम्बः स्थापितः भवति। एतत् अतिरिच्य प्रतिबिम्बपार्श्वं परिवर्तितं भवति। यदि परावर्तकं पृष्ठं वक्रितं स्यात् तर्हि प्रतिबिम्बानि कथं भविष्यन्ति? आगच्छन्तु पश्येम।

क्रियाकलापः 10.1

- एकं विशालं प्रकाशमानं चमसं स्वीकुर्वन्तु। एतस्य वक्रिते पृष्ठे स्वमुखं द्रष्टुं प्रयत्नं कुर्वन्तु।
- किं भवन्तः प्रतिबिम्बं द्रष्टुं शक्नुवन्ति? एतत् लघु अस्ति अथवा विशालम्?
- चमसं मन्दं मन्दं स्वमुखात् दूरं नयन्तु। प्रतिबिम्बं पश्यन्तः भवन्तु। एतत् कथं परिवर्तितं भवति?
- चमसं विपरीतं कुर्वन्तु तथा च द्वितीयपृष्ठात् क्रियाकलापम् आवर्तयन्तु। अधुना प्रतिबिम्बं कथं दृश्यते?
- द्वयोः पृष्ठयोः प्रतिबिम्बस्य अभिलक्षणानां तुलनां कुर्वन्तु।

प्रकाशमानस्य चमसस्य वक्रितपृष्ठम् एकवक्रितदर्पणवत् मन्तुं शक्यते। सर्वाधिकम् उपयुज्यमानस्य सामान्यतः वक्रितदर्पणस्य प्रारूपं गोलीयः दर्पणः अस्ति। **एतादृशानां दर्पणानां परावर्तकं पृष्ठं कस्यचित् गोलपृष्ठस्य एकः भागः मन्तुं शक्यते।** एतादृशाः दर्पणाः येषां परावर्तकं पृष्ठं गोलीयम् अस्ति ते गोलीयदर्पणाः कथ्यन्ते। अधुना वयं गोलीयदर्पणानां विषये किञ्चित् विस्तरेण अध्ययनं करिष्यामः।

10.2 गोलीयदर्पणाः

गोलीयदर्पणस्य परावर्तकपृष्ठम् अन्तः प्रति बहिः प्रति वा वक्रितं भवितुं शक्नोति। गोलीयदर्पणः यस्य परावर्तकपृष्ठम् अन्तः प्रति अर्थात् गोलस्य केन्द्रं प्रति वक्रितम् अस्ति, सः अवतलदर्पणः कथ्यते।

सः गोलीयदर्पणः यस्य परावर्तकपृष्ठं बहिः प्रति वक्रितम् अस्ति, सः उत्तलदर्पणः कथ्यते। एतेषां दर्पणानाम् आरेखीयं निरूपणं 10.1 चित्रे कृतम् अस्ति। एतेषु चित्रेषु टिप्पणीं लिखन्तु यत् दर्पणानां पृष्ठभागः छायाङ्कितः अस्ति।

अधुना भवन्तः अवगन्तुं शक्नुवन्ति यत् चमसस्य अन्तः प्रति वक्रितं पृष्ठं प्रायः अवतलदर्पणवत् अस्ति तथा च चमसस्य बहिः प्रति प्रफुल्लं पृष्ठं प्रायः उत्तलदर्पणवत् अस्ति।

गोलीयदर्पणानां विषये इतोऽपि अधिकज्ञानप्राप्तेः पूर्वम् आगच्छन्तु वयं कांश्चन शब्दान् अथवा पदानि जानीमः तथा च तेषाम् अर्थम् अवगच्छामः। एते शब्दाः गोलीयदर्पणस्य विषये चर्चासमये समान्यतः प्रयोगे आगच्छन्ति। गोलीयदर्पणस्य परावर्तकपृष्ठस्य केन्द्रं दर्पणस्य ध्रुवं कथ्यते। एतत् दर्पणस्य पृष्ठे स्थितं भवति। ध्रुवं प्रायः P अक्षरेण निरूप्यते।

चित्रम् 10.1 गोलीयदर्पणानाम् आरेखीयं निरूपणम्, छायाङ्कितः भागः परावर्तकः नास्ति।

गोलीयदर्पणस्य परावर्तकपृष्ठम् एकस्य गोलस्य भागः अस्ति। एतस्य गोलस्य केन्द्रं गोलीयदर्पणस्य वक्रताकेन्द्रं कथ्यते। एतत् C अक्षरेण निरूप्यते। कृपया अवधानं कुर्वन्तु यत् वक्रताकेन्द्रं दर्पणस्य भागः नास्ति। एतत् परावर्तकपृष्ठस्य बहिः स्थितम् अस्ति। अवतलदर्पणस्य वक्रताकेन्द्रं परावर्तकपृष्ठस्य पुरतः स्थितं भवति। तथापि, उत्तलदर्पणे एतत् दर्पणस्य परावर्तकपृष्ठस्य पृष्ठतः स्थितं भवति। एतस्य तथ्यस्य भवन्तः 10.2 (क) तथा च 10.2 (ख) चित्रे टिप्पणीं लेखितुं शक्नुवन्ति। गोलीयदर्पणस्य परावर्तकं पृष्ठं यत् गोलस्य भागः अस्ति, तस्य त्रिज्या दर्पणस्य वक्रतात्रिज्या कथ्यते। एतत् R अक्षरेण निरूप्यते। अवधानं कुर्वन्तु यत् PC दूरता वक्रतात्रिज्यायाः समाना अस्ति। गोलीयदर्पणस्य ध्रुवात् तथा च वक्रतात्रिज्यातः गामिन्याः एकस्याः सरलरेखायाः कल्पनां कुर्वन्तु। एषा रेखा दर्पणस्य मुख्यः अक्षः कथ्यते। स्मरन्तु यत् मुख्यः अक्षः दर्पणस्य ध्रुवे स्थितः अस्ति। आगच्छन्तु, दर्पणसम्बद्धं एकं महत्त्वपूर्णशब्दम् एकेन क्रियाकलापेन अवगच्छेम।

क्रियाकलापः 10.2

सावधानता-सूर्यं प्रति दर्पणेन अथवा परावर्तितं सूर्यप्रकाशं प्रति साक्षात् न पश्यन्तु। एतत् भवतां नेत्रे क्षतिग्रस्ते कर्त्तुं शक्नोति।

- एकम् अवतलदर्पणं स्वहस्तेन धरन्तु तथा च एतस्य परावर्तकपृष्ठं सूर्यं प्रति कुर्वन्तु।
- दर्पणेन परावर्तितं प्रकाशं दर्पणस्य समीपे स्थापिते एकस्मिन् कर्गदपत्रे स्थापयन्तु।
- कर्गदपत्रं मन्दं मन्दम् अग्रे पृष्ठे कुर्वन्तु यावत् पर्यन्तं भवद्भिः कर्गदपत्रे प्रकासस्य एकः प्रकाशमानः,तीक्ष्णबिन्दुः प्राप्तः न भवेत्।
- दर्पणं तथा च कर्गदं कानिचित् क्षणानि तथैव धृत्वा तिष्ठन्तु। भवन्तः किं पश्यन्ति? एवं किमर्थं भवति?

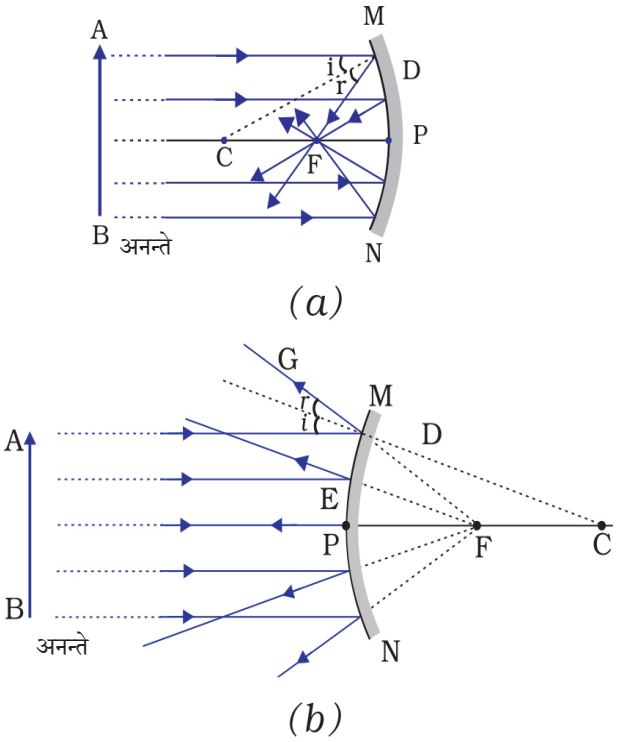
सर्वप्रथमं कर्गदं ज्वलनं प्रारभते धूमः अपि आगच्छति। अन्ततो गत्वा अग्निरूपं धरति। एतत् किमर्थं ज्वलति? सूर्यात् आगच्छन् प्रकाशः दर्पणद्वारा केनचित् तीक्ष्णेण प्रकाशमानबिन्दुरूपेण अभिकेन्द्रितः भवति। वस्तुतः कर्गदपत्रे प्रकाशस्य एषः बिन्दुः सूर्यस्य प्रतिबिम्बम् अस्ति। एषः बिन्दुः अवतलदर्पणस्य प्रकाशः अस्ति।

सूर्यस्य प्रकाशस्य संक्रेन्द्रात् उत्पन्न-उष्मणः कारणेन कर्गदं ज्वलति।

दर्पणस्य स्थितितः एतस्य प्रतिबिम्बस्य दूरता दर्पणस्य प्रकाशस्य दूरतायाः सन्निकटं मानम् अस्ति।

आगच्छन्तु एतत् निरीक्षणं कयाचित् किरण-आरेखया अवगन्तुं प्रयत्नं कुर्मः।

चित्रम् 10.2 (क) ध्यानेन पश्यन्तु। अवतलदर्पणे मुख्याक्षस्य समान्तरेण केचन किरणाः आपतन्ति। परावर्तितानां किरणानां प्रेक्षणं कुर्वन्तु। ते सर्वे दर्पणस्य मुख्याक्षस्य एकस्मिन् बिन्दौ मिलन्तः/प्रतिच्छेदिनः सन्ति। एषः बिन्दुः **अवतलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशः** कथ्यते। एवम् एव चित्रं 10.2 (ख) ध्यानेन पश्यन्तु। उत्तलदर्पणेन मुख्याक्षस्य समान्तरकिरणाः कथं परिवर्तिताः भवन्ति? परावर्तिताः किरणाः मुख्याक्षे एकस्मात् बिन्दोः आगच्छन्तः प्रतीयन्ते। एषः बिन्दुः **उत्तलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशः** कथ्यते। मुख्यप्रकाशः F अक्षरेण निरूप्यते। गोलीयदर्पणस्य ध्रुवस्य तथा च मुख्यप्रकाशस्य मध्ये दूरता प्रकाशदूरता कथ्यते। एतत् f अक्षरेण निरूप्यते।



चित्रम् 10.2 (a) अवतलदर्पणः **(b)** उत्तलदर्पणः

गोलीयदर्पणस्य परावर्तकपृष्ठम् अधिकतया गोलीयः एव भवति। एतस्य पृष्ठस्य एका वृत्ताकारा सीमारेखा भवति। गोलीयदर्पणस्य परावर्तकपृष्ठस्य एतस्याः वृत्ताकारसीमारेखायाः व्यासः, दर्पणस्य **द्वारकं** कथ्यते। 10.2 चित्रे दूरता MN द्वारकं निरूपयति। स्वस्य विवेचने वयं केवलं तेषु एव गोलीयदर्पणेषु विचारं करिष्यामः येषां द्वारकाणि एतेषां वक्रतात्रिज्यातः अतीव लघूनि सन्ति।

किं गोलीयदर्पणस्य वक्रता त्रिज्यायाः R तथा च प्रकाशस्य दूरतायाः F मध्ये कश्चन सम्बन्धः अस्ति? लघुद्वारकाणां गोलीयदर्पणानां कृते वक्रतात्रिज्या प्रकाशदूरतातः द्विगुणिता भवति। वयम् एतं सम्बन्धं $R=2f$ द्वारा व्यक्तं कर्तुं शक्नुमः। एतत् दर्शयति यत् कस्यचित् गोलीयदर्पणस्य मुख्यप्रकाशः तस्य ध्रुवस्य तथा च वक्रताकेन्द्रस्य मेलनरेखायाः मध्यबिन्दुः भवति।

10.2.1 गोलीयदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणम्

भवन्तः समतलदर्पणैः प्रतिबिम्बस्य निर्माणविषये अध्ययनं कृतवन्तः सन्ति। भवन्तः तैः निर्मितानां प्रतिबिम्बानां प्रकृतेः, स्थितेः तथा च अपेक्षितस्य आकारस्य विषये अपि जानन्ति। गोलीयदर्पणैः निर्मितानि प्रतिबिम्बानि कथं भवन्ति? केनचित् अवतलदर्पणेन बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते निर्मितानां प्रतिबिम्बानां स्थितेः निर्धारणं वयं केन प्रकारेण कर्तुं शक्नुमः? एतानि प्रतिबिम्बानि वास्तविकानि सन्ति अथवा केवलम् आभासीनि? किं तानि आवर्धितानि सन्ति, लघूनि सन्ति अथवा समानाकारसदृशानि सन्ति? वयम् एकेन क्रियाकलापेन एतस्य अन्वेषणं करिष्यामः।

क्रियाकलाप: 10.3

- भवन्तः अवतलदर्पणस्य प्रकाशदूरतायाः ज्ञातव्यविधिं पूर्वतः एव शिक्षितवन्तः सन्ति। 10.2 क्रियाकलापे भवद्भिः दृष्टं यत् कर्गदे प्राप्तस्य प्रकाशस्य तीक्ष्णः प्रकाशमानः बिन्दुः वस्तुतः सूर्यस्य प्रतिबिम्बम् अस्ति। एतत् अतीव लघु, वास्तविकं तथा च विपरीतम् अस्ति। दर्पणेन एतस्य प्रतिबिम्बस्य दूरतां मापयित्वा भवद्भिः अवतलदर्पणस्य प्रायः प्रकाशदूरता ज्ञाता आसीत्।
- एकम् अवतलदर्पणं स्वीकुर्वन्तु। उपर्युक्तविधिना एतस्य समीपस्थां प्रकाशदूरतां जानन्तु। प्रकाशदूरतायाः मानस्य टिप्पणीं लिखन्तु। (भवन्तः कस्यचन दूरस्थवस्तुनः प्रतिबिम्बम् एकस्मिन् कर्गदपत्रे प्राप्य अपि प्रकाशदूरतां ज्ञातुं शक्नुवन्ति)।
- उत्पीठिकायां सुधाखण्डेन रेखां निर्मान्तु। अवतलदर्पणम् एकस्याम् स्तम्भे स्थापयन्तु। स्तम्भं रेखायां तथा स्थापयन्तु यथा दर्पणस्य ध्रुवः एतस्यां रेखायां स्थितः भवेत्।
- सुधाखण्डेन प्रथमरेखायाः समान्तरेण एतस्याः अग्रे, द्वे रेखे एवं प्रकारेण कर्षन्तु यथा कयोश्चित् द्वयोः उत्तरोत्तररेखयोः मध्ये दूरता दर्पणस्य प्रकाशदूरतायाः समाना स्यात्। एताः रेखाः अधुना क्रमशः P, F तथा च C बिन्दुस्थितीनां तदनुरूपं भविष्यन्ति। स्मरन्तु- लघुद्वारकाणां गोलीयदर्पणस्य मुख्यप्रकाशः F, ध्रुवः P तथा च C वक्रताकेन्द्रस्य मेलकरेखायाः मध्यबिन्दौ स्थितः भवति।
- एकं प्रकाशमानं बिम्बम्, यथा कस्याश्चित् ज्वलन्त्याः सिक्थवर्तिकायाः C तः बहुदूरं कस्याञ्चित् स्थितौ स्थापयन्तु। एकां कर्गदस्य जवनिकां स्थापयन्तु तथा च एतस्याः दर्पणस्य पुरतः अग्रतः पृष्ठतः तावत् पर्यन्तं प्रचालयन्तु यावत् पर्यन्तं भवन्तः एतस्मिन् सिक्थवर्तिकायाः ज्योतिषः तीक्ष्णं तथा च प्रकाशमानं प्रतिबिम्बं प्राप्तं न भवेत्।
- प्रतिबिम्बं ध्यानेन पश्यन्तु। एतस्य प्रकृतेः, स्थितेः तथा च बिम्बस्य आकृतेः अपेक्षया एतस्य वाञ्छिताम् आकृतिं विलिखन्तु।
- एतं क्रियाकलापं सिक्थवर्तिकायाः स्थितीनां कृते अनुवर्तयन्तु- (क) C तः किञ्चित् दूरं, (ख) C इत्यस्मिन्, (ग) F तथा च C इत्यस्य मध्ये, (घ) F इत्यस्मिन् तथा च (ङ) P तथा च F मध्ये।
- एतेषु एकस्यां स्थितौ भवन्तः जवनिकायां प्रतिबिम्बं प्राप्तुं न शक्नुवन्ति। अस्याम् अवस्थायां बिम्बस्य स्थितिं निर्धारयन्तु। तदा, आभासि प्रतिबिम्बं साक्षात् दर्पणे पश्यन्तु।
- स्व-प्रेक्षणानि अभिलिखन्तु तथा च सारणीबद्धानि कुर्वन्तु।

उपर्युक्ते क्रियाकलापे भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् अवतलदर्पणेन निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः, स्थितिः तथा च आकारबिन्दुः P,F तथा च C इत्यस्य सापेक्षबिम्बस्य स्थितिम् आश्रयति। बिम्बस्य कासाञ्चन स्थितीनां कृते निर्मीयमाणं प्रतिबिम्बं वास्तविकम् अस्ति। बिम्बस्य कासाञ्चन अन्यस्थितीनां कृते एतत् आभासि भवति। बिम्बस्य स्थितेः अनुसारम् एव प्रतिबिम्बम् आवर्धितं, लघु अथवा समानाकृतिकं भवति। एतेषां प्रेक्षणानां सङ्क्षिप्तं विवरणम्, भवतां निर्देशनाय 10.1 सारण्यां दत्तम् अस्ति।

सारणी 10.1 केनचित् अवतलदर्पणेन बिम्बस्य स्थितीनां कृते निर्मितानि प्रतिबिम्बानि

बिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य आकृतिः	प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः
अनन्ते	F प्रकाशे	अतीव लघ्वी, बिन्दु-आकारा	वास्तविकी तथा च विपरीता
C तः दूरे	F तथा च C मध्ये	लघ्वी	वास्तविकी तथा च विपरीता
C इत्यस्मिन्	C इत्यस्मिन्	समानाकारा	वास्तविकी तथा च विपरीता
C तथा च F मध्ये	C तः दूरं	विवर्धिता (बृहत्)	वास्तविकी तथा च विपरीता
F इत्यस्मिन्	अनन्ते	अतिविवर्धिता	वास्तविकी तथा च विपरीता
P तथा F मध्ये	दर्पणस्य पृष्ठे	विवर्धिता (बृहत्)	आभासिनी तथा च साक्षात्

10.2.2 किरण-आरेखाणाम् उपयोगं कृत्वा गोलीयदर्पणैः निर्मितप्रतिबिम्बानां निरूपणम्

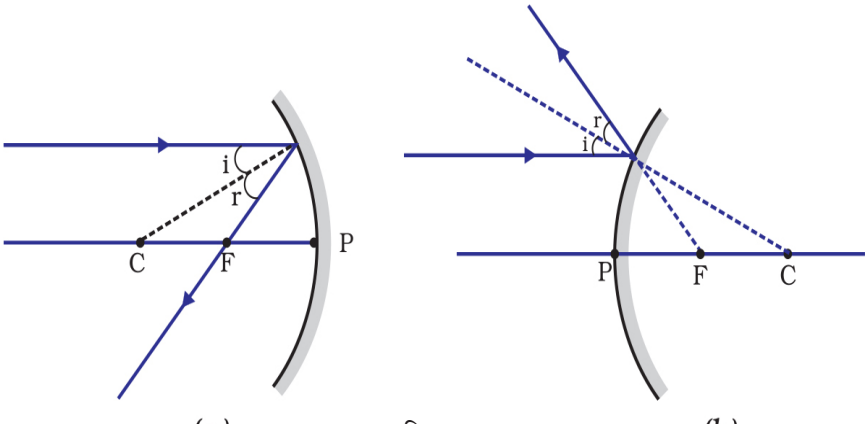
गोलीयदर्पणैः प्रतिबिम्बानां निर्माणस्य अध्ययनं वयं किरण-आरेखाः कर्षित्वा अपि कर्त्तुं शक्नुमः। गोलीयदर्पणस्य पुरतः स्थापितस्य एकस्य सीमिताकारस्य विस्तारितबिम्बे विचारं कुर्वन्तु। एतस्य बिम्बस्य प्रत्येकं लघुभागः एकः बिन्दुः बिम्बवत् कार्यं करोति। एतेषु बिन्दुषु एकैकस्मात् अनन्ताः किरणाः उत्पन्नाः भवन्ति। बिम्बस्य प्रतिबिम्बस्थानं निर्धारयितुं, किरण-आरेखाणां निर्माणसमये कस्माच्चित् बिन्दोः निर्गामिकिरणानां विशालसङ्ख्यासु सुविधानुसारं केचन चेतुं शक्यन्ते। तथापि किरण-आरेखस्य स्पष्टतायै द्वयोः किरणयोः विचारः अधिकः सुकरः अस्ति। एते किरणाः एतादृशाः स्युः यत् दर्पणात् परावर्तनानन्तरं तेषां दिशः ज्ञातुं सरलता भवेत्।

न्यूनातिन्यूनं द्वयोः परावर्तितकिरणयोः प्रतिच्छेदनेन कस्यचित् बिन्दुबिम्बस्य प्रतिबिम्बीया स्थितिः ज्ञातुं शक्यते। प्रतिबिम्बस्थानं निर्धारयितुं निम्नेषु कयोश्चित् द्वयोः किरणयोः विचारः कर्त्तुं शक्यते।

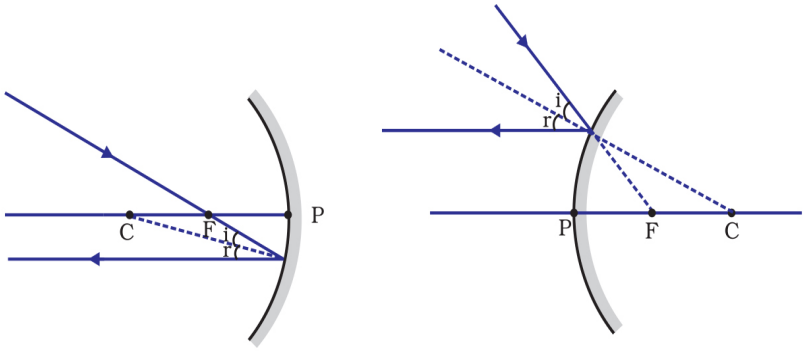
(i) दर्पणस्य मुख्याक्षेः समान्तरप्रकाशकिरणाः, परावर्तनात् परम् अवतलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशात् गमिष्यन्ति अथवा उत्तलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशात् अपसरन्तः प्रतीताः भविष्यन्ति। एतत् चित्रे 10.3 (क) तथा च (ख) दर्शितम् अस्ति।

(ii) अवतलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशात् गामिकिरणः अथवा उत्तलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशं प्रति निर्दिष्टः किरणः परावर्तनात् परं मुख्याक्षस्य समान्तरेण निर्गमिष्यति। एतत् 10.4 (क) चित्रे तथा च 10.4 (ख) चित्रे दर्शितम् अस्ति।

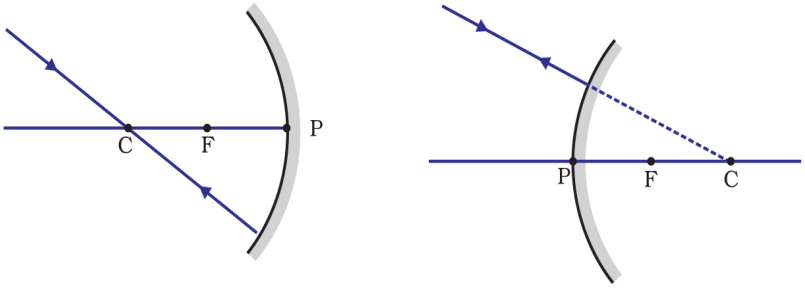
(iii) अवतलदर्पणस्य वक्रताकेन्द्रात् निर्गामिकिरणः अथवा उत्तलदर्पणस्य वक्रताकेन्द्रं प्रति निर्देशितः किरणः, परावर्तनात्



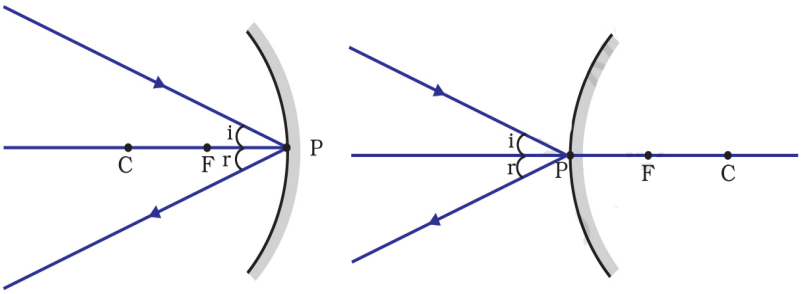
चित्रम् 10.3



(a) चित्रम् 10.4 (b)



(a) चित्रम् 10.5 (b)



(a) चित्रम् 10.6 (b)

परं तस्य एव मार्गस्य अनुदिशया परावर्तिताः भवन्ति। एतत् 10.5 (क) तथा च 10.5 (ख) चित्रे दर्शितम् अस्ति। प्रकाशस्य किरणाः तस्मात् एव मार्गात् तदर्थं प्रत्यागच्छन्ति यतोहि आपतिताः किरणाः दर्पणस्य परावर्तकपृष्ठे अभिलम्बस्य अनुदिशया पतन्ति।

(iv) अवतलदर्पणचित्रस्य 10.6 (क) अथवा उत्तलदर्पणचित्रस्य 10.6 (ख) बिन्दुं (दर्पणध्रुवं) प्रति मुख्याक्षेः तिर्यक्दिशि आपतिताः किरणाः तिर्यक्दिशि एव परावर्तिताः भवन्ति। आपतिताः तथा च परावर्तिताः किरणाः आपतनबिन्दौ (Pबिन्दौ) मुख्याक्षात् समानं कोणं निर्मान्तः परावर्तनस्य नियमानां पालनं कुर्वन्ति।

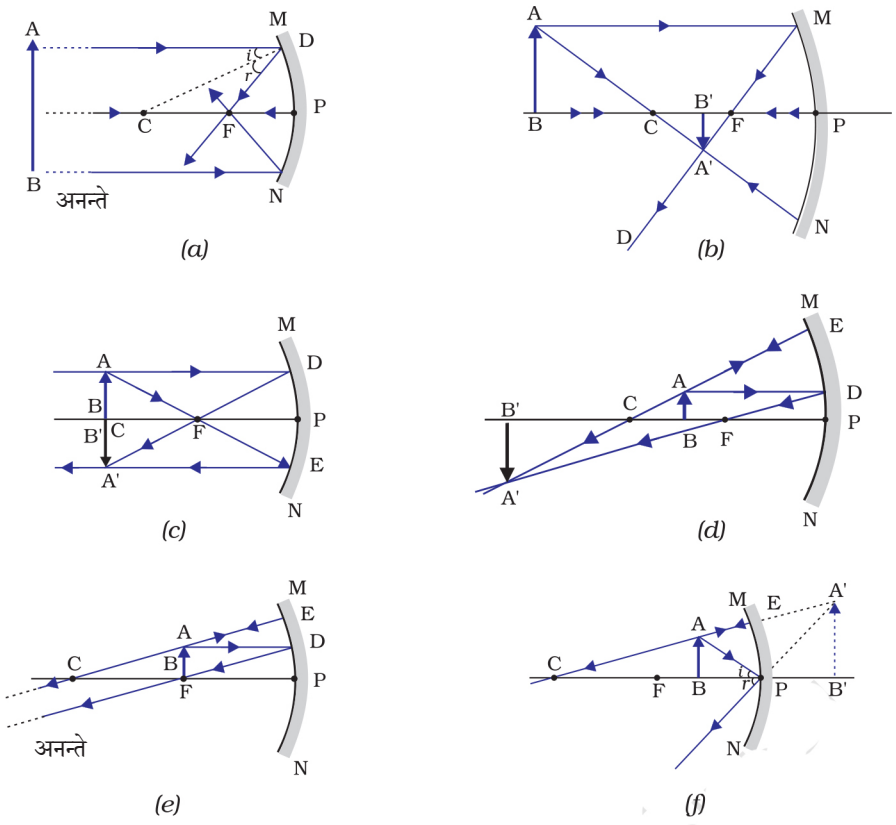
स्मरन्तु यत् उपर्युक्तासु सर्वासु स्थितिषु परावर्तनस्य नियमानां पालनं भवति। आपतनबिन्दौ आतिताः किरणाः एवं प्रकारेण परावर्तिताः भवन्ति यत् परिवर्तनकोणस्य मानं सदैव आपतनकोणस्य मानस्य समानं स्यात्।

(a) अवतलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बस्य निर्माणम्

10.7 (क) चित्रात् (f) मध्ये बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते अवतलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बस्य निर्माणं किरण-आरेखद्वारा दर्शितम् अस्ति।

क्रियाकलापः 10.4

- 10.1 सारण्यां दर्शितस्य बिम्बस्य प्रत्येकं स्थितेः कृते स्वच्छकिरणानाम् आरेखाः कर्षन्तु।
- प्रतिबिम्बस्य स्थानं निर्धारयितुं भवन्तः पूर्वस्मिन् अनुच्छेदे वर्णिते कौचित् द्वौ किरणौ स्वीकर्तुं शक्नुवन्ति।
- स्वचित्राणां तुलनां 10.7 चित्रेषु दत्तैः चित्रैः सह कुर्वन्तु।
- प्रत्येकं दशायां निर्मीयमाणस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिं, स्थितिं तथा च अपेक्षितम् आकारं वर्णयन्तु।
- स्वस्य परिणामान् सुविधाजनकरूपेण सारणीबद्धान् कुर्वन्तु।



चित्रम् 10.7 अवतलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बस्य निर्माणं दर्शयितुं किरण-आरेखः

अवतलदर्पणानाम् उपयोगः

अवतलदर्पणानाम् उपयोगः सामान्यतः करदीपे, अन्वेषणदीपे, तथा च वाहनानाम् अग्रदीपेषु प्रकाशस्य शक्तिशालिनः समानकिरणरश्मीन् प्राप्तुं क्रियते। एते प्रायः मुखस्य विशालं प्रतिबिम्बं द्रष्टुं श्मश्रूणि कर्तयितुं च दर्पणरूपेण उपयुज्यन्ते। दन्तविशेषज्ञाः अवतलदर्पणस्य उपयोगं रोगिदन्तानां विशालं प्रतिबिम्बं द्रष्टुं कुर्वन्ति। सौरभ्राष्ट्रेषु सूर्यप्रकाशं केन्द्रीकर्त्तुं विशालाः अवतलदर्पणाः उपयुज्यन्ते।

(b) उत्तलदर्पणेन प्रतिबिम्बनिर्माणम्

वयम् अवतलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणस्य विषये अध्ययनं कृतवन्तः। अधुना वयं उत्तलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणस्य विषये अध्ययनं करिष्यामः।

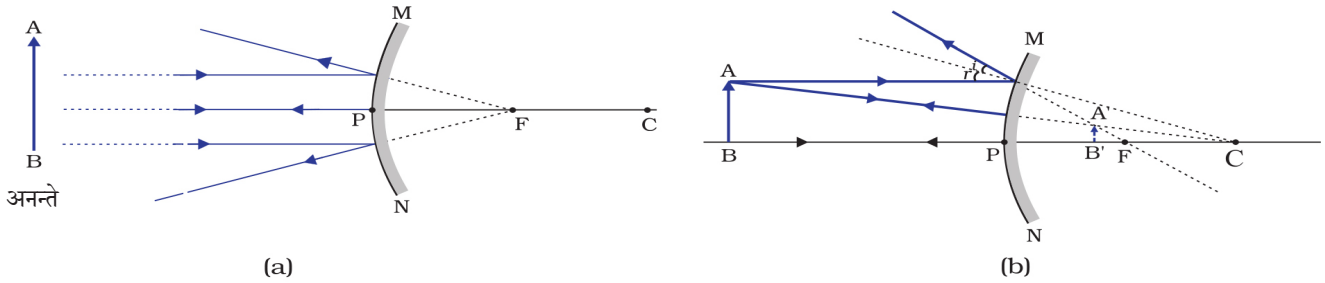
क्रियाकलापः 10.5

- कमपि उत्तलदर्पणं स्वीकुर्वन्तु। एतम् एकस्मिन् हस्ते गृह्णन्तु।
- अपरस्मिन् हस्ते एकाम् ऋज्वीम् ऊर्ध्वाकाराम् अङ्कनीं गृह्णन्तु।
- दर्पणे अङ्कन्याः प्रतिबिम्बं पश्यन्तु। प्रतिबिम्बं सम्यक् अस्ति अथवा विपरीतम्? किम् एतत् लघु अस्ति अथवा विशालम्?
- अङ्कनीं शनैः शनैः दर्पणात् दूरं नयन्तु। किं प्रतिबिम्बं लघु भवति अथवा विशालं भवति?

क्रियाकलाप: 10.5

- क्रियाकलापं सावधानतया आवर्तयन्तु। वदन्तु यत् यदा बिम्बं दर्पणात् दूरं नयन्ति तदा प्रतिबिम्बं प्रकाशस्य समीपम् आगच्छति अथवा तस्मात् इतोऽपि दूरं गच्छति?

उत्तलदर्पणद्वारा निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य अध्ययनार्थं वयं बिम्बस्य स्थितिद्वये विचारं कुर्मः। प्रथमस्थितौ बिम्बः बहुदूरे अस्ति तथा च द्वितीयस्थितौ बिम्बः दर्पणात् निश्चितदूरे अस्ति। बिम्बस्य एतयोः द्वयोः स्थित्योः कृते उत्तलदर्पणेन निर्मिताः प्रतिबिम्बस्य किरण-आरेखाः क्रमशः 10.8 (क) तथा च 10.8 (ख) चित्रे दर्शिताः। परिणामानां सङ्क्षिप्तं विवरणं 10.2 सारण्यां दत्तम् अस्ति।



चित्रम् 10.8 उत्तलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणम्

सारणी 10.2 उत्तलदर्पणद्वारा निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः, स्थितिः अपेक्षितः आकारः च

बिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य आकारः	प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः
अनन्ते	F प्रकाशः दर्पणस्य पृष्ठे	अतिलघुः,बिन्दोः आकारसदृशः	आभासी तथा च सरलः
अनन्तस्य तथा च P दर्पणध्रुवस्य मध्ये	P तथा च F मध्ये दर्पणस्य पृष्ठतः	लघुः	आभासी तथा च सरलः

अधुना पर्यन्तं भवन्तः समतलदर्पणद्वारा, अवतलदर्पणद्वारा तथा च उत्तलदर्पणद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणस्य विषये अध्ययनं कृतवन्तः। एतेषु कः दर्पणः कस्यचित् विशालबिम्बस्य सम्पूर्णं प्रतिबिम्बं निर्मास्यति? आगच्छन्तु एकेन क्रियाकलापेन एतस्य अन्वेषणं कुर्मः।

क्रियाकलाप: 10.6

- समतलदर्पणे कश्चित् दूरस्थं बिम्बं यथा कस्यचित् दूरस्थवृक्षस्य प्रतिबिम्बं पश्यन्तु।
- किं भवन्तः पूर्णदीर्घतायाः प्रतिबिम्बं द्रष्टुं शक्नुवन्ति?
- विभिन्नाकारकान् समतलदर्पणान् स्वीकृत्य प्रयोगम् आवर्तयन्तु। किं भवन्तः दर्पणे बिम्बस्य सम्पूर्णं प्रतिबिम्बं द्रष्टुं शक्नुवन्ति?
- एतं क्रियाकलापम् अवतलदर्पणं स्वीकृत्य आवर्तयन्तु। किम् एषः दर्पणः बिम्बस्य सम्पूर्णदीर्घतायाः प्रतिबिम्बं निर्मातुं शक्नोति?

क्रियाकलापः 10.6

- अधुना एकम् उत्तलदर्पणं स्वीकृत्य एतं प्रयोगम् आवर्तयन्तु। किं भवद्भिः सफलता प्राप्ता? स्वस्य प्रेक्षणानां कारणसहितं व्याख्यानं कुर्वन्तु।

भवन्तः एकस्मिन् लघौ उत्तलदर्पणे कस्यचित् उन्नतभवनस्य/वृक्षस्य पूर्णदीर्घतायाः प्रतिबिम्बं द्रष्टुं शक्नुवन्ति। आगरादुर्गस्य एकस्यां भित्तौ एतादृशः एव एकः दर्पणः स्थापितः अस्ति। यदि कदाचित् भवन्तः आगरादुर्गं द्रष्टुं गच्छन्ति तर्हि भित्तौ स्थापिते एतस्मिन् दर्पणे कञ्चित् दूरस्थम् उन्नतं भवनं/समाधिं द्रष्टुं प्रयत्नं कुर्वन्तु। समाधिं स्पष्टरूपेण द्रष्टुं भवद्भिः भित्त्या संश्लिष्टायां छद्याम् उचितस्थाने स्थातव्यं भविष्यति।

उत्तलदर्पणानाम् उपयोगः

उत्तलदर्पणानाम् उपयोगः सामान्यतः वाहनानां पश्चदृश्य दर्पणानां रूपेण क्रियते। एते दर्पणाः वाहनस्य पार्श्वे स्थापिताः भवन्ति तथा च एतेषु चालकाः स्वपृष्ठतः आगच्छन्ति वाहनानि द्रष्टुं शक्नुवन्ति येन ते सुरक्षितरूपेण वाहनं चालयितुं शक्नुयुः। उत्तलदर्पणानां कृते एतदर्थम् अपि प्राथमिकता दीयते, यतोहि एते सर्वदा ऋजुप्रतिबिम्बं निर्मान्ति यद्यपि सः लघुः भवति। एतेषां दृष्टिक्षेत्रम् अपि बहु अधिकं भवति यतोहि एते बहिः प्रति वक्रिताः भवन्ति। अतः समतलदर्पणस्य तुलनायाम् उत्तलदर्पणः चालकं स्वपृष्ठतः विशालं क्षेत्रं द्रष्टुं समर्थं करोति।

प्रश्नाः

1 अवतलदर्पणस्य मुख्यप्रकाशस्य परिभाषां लिखन्तु।
2 एकस्य गोलीयदर्पणस्य वक्रतात्रिज्या 20 cm अस्ति। एतस्य प्रकाशदूरता का भविष्यति?
3 तस्य दर्पणस्य नाम वदन्तु यः बिम्बस्य ऋजुं तथा च विशालं प्रतिबिम्बं निर्मातुं शक्नुयात्।
4 वयं वाहनेषु उत्तलदर्पणाय पश्चदृश्यदर्पणरूपेण वरीयतां किमर्थं दद्मः?

10.2.3 गोलीयदर्पणद्वारा परावर्तनस्य कृते चिह्नानां पद्धतिः

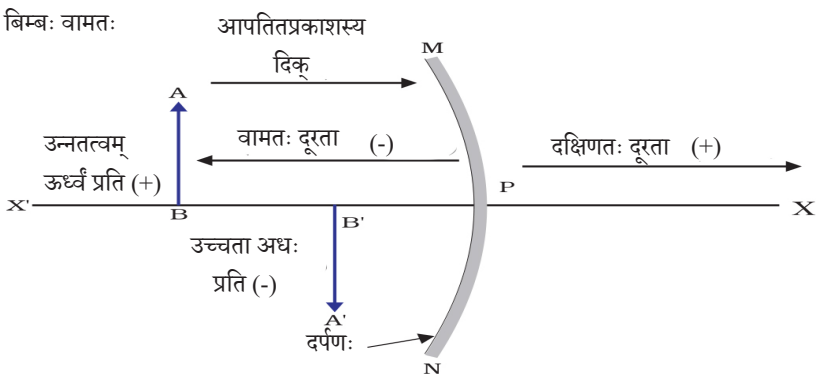
गोलीयदर्पणद्वारा प्रकाशस्य परावर्तने विचारसमये वयं कस्यचित् निश्चितस्य चिह्नस्य पद्धतिं परिपालयिष्यामः, या नूतनकार्तीया चिह्नपद्धतिः कथ्यते। एतस्यां पद्धतौ दर्पणस्य ध्रुवं (p) मूलबिन्दुः मन्यते। दर्पणस्य मुख्याक्षः निर्देशाङ्कपद्धतेः x-अक्षः (XX) स्वीक्रियते। एषा पद्धतिः निम्नवत् अस्ति।

(i) बिम्बः सदैव दर्पणस्य वामतः स्थाप्यते। अस्यार्थः अस्ति यत् दर्पणे बिम्बात् प्रकाशः वामतः आपतति।

(ii) मुख्याक्षस्य समान्तरेण सर्वाः दूरताः दर्पणध्रुवेण माप्यन्ते।

(iii) मूलबिन्दोः दक्षिणतः (+ x-अक्षस्य अनुदिशाया) मापिताः सर्वाः दूरताः धनात्मिकाः मन्यन्ते यर्हि
मूलबिन्दोः वामतः (- x- अक्षस्य अनुदिशाया) मापिताः दूरताः ऋणात्मिकाः मन्यन्ते।

(iv) मुख्याक्षस्य लम्बवत् तथा च ऊर्ध्वं प्रति (+ y-अक्षस्य अनुदिशाया) माप्यमानाः दूरताः धनात्मिकाः मन्यन्ते।



चित्रम् 10.9 गोलीयदर्पणानां कृते नूतना कार्तीयचिह्नपद्धतिः

(v) मुख्याक्षस्य लम्बवत् अधः प्रति (-Y-अक्षस्य अनुदिशया) माप्यमानाः सर्वाः दूरताः ऋणात्मिकाः मन्यन्ते।

उपरि वर्णिता नूतनकार्तीया चिह्नपद्धतिः भवतां सन्दर्भार्थं 10.9 चित्रे दर्शिता अस्ति। एषा चिह्नपद्धतिः दर्पणस्य सूत्राणि प्राप्तुं तथा च सम्बद्धान् आङ्किकप्रश्नान् समाधातुं प्रयुक्ता अस्ति।

10.2.4 दर्पणस्य सूत्रं तथा च आवर्धनम्

गोलीयदर्पणे एतस्य ध्रुवात् बिम्बस्य दूरता, बिम्बदूरता (u) कथ्यते। दर्पणस्य ध्रुवात् प्रतिबिम्बस्य दूरता, (v) भवद्भिः पूर्वम् एव ज्ञातं यत् ध्रुवात् प्रकाशस्य दूरता, (f) कथ्यते। एतेषां त्रयाणां राशीनां मध्ये एकः सम्बन्धः अस्ति यः दर्पणसूत्रेण प्रस्तूयते। एतत् सूत्रं निम्नप्रकारेण व्यक्तं कुर्वन्ति -

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (10.1)$$

एषः सम्बन्धः सर्वविधानां गोलीयदर्पणानां कृते तथा च बिम्बस्य सर्वासां स्थितीनां कृते मान्यः अस्ति। प्रश्नानां समाधानसमये, यदा भवन्तः दर्पणसूत्रे u, v, f तथा च R इत्यस्य मानं प्रतिष्ठापयन्ति तदा भवद्भिः नूतनकार्तीयचिह्नपद्धतेः प्रयोगः करणीयः।

आवर्धनम्

गोलीयदर्पणद्वारा उत्पन्नम् आवर्धनं सः अपेक्षितः विस्तारः अस्ति येन ज्ञायते यत् किञ्चन प्रतिबिम्बं बिम्बस्य अपेक्षया कतिगुणितम् आवर्धितम् अस्ति। एतत् प्रतिबिम्बस्य उच्चतायाः तथा च बिम्बस्य उच्चतायाः अनुपातरूपेण व्यक्तं क्रियते।

यदि h बिम्बस्य उच्चता स्यात् तथा च प्रतिबिम्बस्य h' उच्चता स्यात् तर्हि गोलीयदर्पणद्वारा उत्पन्नम् आवर्धनं (m) प्राप्तं भविष्यति।

$$m = \frac{\text{प्रतिबिम्बस्य उच्चता (h')}}{\text{बिम्बस्य उच्चता (h)}}$$

$$m = \frac{h'}{h} \qquad (10.2)$$

आवर्धनं m बिम्बदूरतया (u) तथा च प्रतिबिम्बदूरतया (v) सह अपि सम्बद्धः अस्ति। एषः व्यक्तः क्रियते।

$$\text{आवर्धनम्}\ (m) = (h') / h = - v/u \qquad (10.3)$$

अवधानं कुर्वन्तु, बिम्बस्य उच्चता धनात्मिका स्वीक्रियते यतोहि बिम्बः प्रायः मुख्याक्षस्य उपरि स्थाप्यते। आभासिप्रतिबिम्बार्थं बिम्बस्य उच्चता धनात्मिका स्वीकरणीया। तथापि वास्तविकप्रतिबिम्बार्थम् एतत्

ऋणात्मकं स्वीकरणीयम्। आवर्धनस्य माने ऋणात्मकचिह्नेन ज्ञायते यत् प्रतिबिम्बं वास्तविकम् अस्ति। आवर्धनस्य माने धनात्मकं चिह्नं सूचयति यत् प्रतिबिम्बम् आभासि अस्ति।

उदाहरणम् 10.1

कस्यचित् स्वचालितयानस्य पृष्ठतः दृश्यं द्रष्टुं उपयुज्यमानस्य उत्तलदर्पणस्य वक्रतात्रिज्या 3.00 m अस्ति। यदि एकं लोकयानम् अस्मात् दर्पणात् 5.00 m दूरे स्थितम् अस्ति तर्हि प्रतिबिम्बस्य स्थितिं, प्रकृतिं तथा च आकारम् अभिजानन्तु।

समाधानम्

वक्रतात्रिज्या, R = + 3.00 m;

बिम्बस्य दूरता, u = - 5.00 m:

प्रतिबिम्बस्य दूरता, v = ?

प्रतिबिम्बस्य उच्चता, h' = ?

प्रकाशदूरता $f = R/2 = +\frac{3.00\ m}{2} = +1.50\ m$

यतोहि $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ –

अथवा $\frac{1}{v} + \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = + \frac{1}{1.50} - \frac{1}{(-5.00)} = \frac{1}{1.50} + \frac{1}{(5.00)}$

$= \frac{(5.00+1.50)}{7.50}$

$V = \frac{7.50}{6.50} + = + 1.15\ m$

प्रतिबिम्बं दर्पणस्य पृष्ठतः 1.15 m इत्यस्य दूरतायाम् अस्ति।

आवर्धनम्, $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} = -\frac{1.15\ m}{-5.00\ m} = +0.23$

प्रतिबिम्बम् आभासि, सरलं तथा आकारे बिम्बात् लघु (0.23 गुणितम्) अस्ति।

उदाहरणम् 10.2

कस्यचित् 4.0 cm आकृतेः बिम्बः कस्यचित् 15.0 cm प्रकाशदूरतायाः अवतलदर्पणात् 25.0 cm दूरे स्थापितः अस्ति। दर्पणात् कियत् दूरे काचित् जवनिका स्थापनीया येन स्पष्टं प्रतिबिम्बं प्राप्तं भवेत्? प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिं तथा च आकारम् अभिजानन्तु।

समाधानम्

बिम्बस्य आकारः, h = + 4.0 cm;

बिम्बस्य दूरता, u = - 25.0 cm;

प्रकाशस्य दूरता, f = - 15.0 cm;

प्रतिबिम्बस्य दूरता, v = ?

प्रतिबिम्बस्य आकारः, h = ?

समीकरणात् (10.1)

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{अथवा } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-15.0} - \frac{1}{-25.0} = \frac{1}{15.0} + \frac{1}{25.0}$$

$$\text{अथवा } \frac{1}{v} = \frac{-5.0+3.0}{75.0} = \frac{-2.0}{75.0} \quad \text{अथवा } v = -37.5 \text{ cm}$$

जवनिका दर्पणात् 37.5 cm दूरे स्थापनीया। प्रतिबिम्बं वास्तविकम् अस्ति।

एतेन एव प्रकारेण, आवर्धनम्, $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$

$$\text{अथवा } h' = -\frac{vh}{u} = -\frac{(-37.5 \text{ cm})\,(+4.0 \text{ cm})}{(-25.0 \text{ cm})}$$

प्रतिबिम्बस्य उन्नतता, $h' = -6.0$ cm
प्रतिबिम्बं विपरीतं तथा च आवर्धितम् अस्ति।

प्रश्नाः

1. तस्य उत्तलदर्पणस्य प्रकाशदूरताम् अभिजानन्तु यस्य वक्रतात्रिज्या 32 cm अस्ति।
2. कश्चित् अवतलदर्पणः अभिमुखे 10 cm दूरे स्थापितस्य कस्यचित् बिम्बस्य त्रिगुणितम् आवर्धितं (विशालं) प्रतिबिम्बं निर्माति। प्रतिबिम्बं दर्पणात् कियत् दूरे अस्ति।

10.3 प्रकाशस्य अपवर्तनम्

कस्मिंश्चित् पारदर्शिमाध्यमे प्रकाशः सरलरेखायां गच्छन् प्रतीयते। यदा प्रकाशः एकस्मात् पारदर्शिमाध्यमात् अपरस्मिन् प्रविशति तदा किं भवति? किम् एषः इदानीम् अपि सरलरेखायां चलति अथवा स्वदिशं परिवर्तयति? वयं स्वस्य प्रतिदिनं जायमानान् कांश्चन अनुभवान् अनुवर्तयामः। भवद्भिः दृष्टं स्यात् यत् जलेन पूर्णस्य कस्यचित् ह्रदस्य अथवा तडागस्य अथवा पुष्करस्य तलम् उत्थितम् इव प्रतीयते। एतेन एव प्रकारेण, यदा कस्यचित् स्थूलकाचस्य काचफलकं कस्याञ्चित् मुद्रितसामग्र्यां स्थाप्यते, तदा काचस्य काचफलकस्य उपरिष्टात् दर्शनेन अक्षराणि उत्थितानि इव प्रतीयन्ते। एवं किमर्थं भवति?

किं भवन्तः कस्मिंश्चित् काचपात्रे स्थापिते जले काञ्चित् अङ्कनीम् आंशिकरूपेण निमज्जितां दृष्टवन्तः? एषा वायोः तथा च जलस्य अन्तरपृष्ठे (अर्थात् जलस्य उपरि) वक्रा प्रतीयते। भवद्भिः दृष्टं स्यात् यत् जलपूर्णे कस्मिंश्चित् काचपात्रे स्थापितं

निम्बुकं पार्श्वतः दर्शनेन स्वस्य वास्तविकात् आकारात् विशालं प्रतीयते। एतेषाम् अनुभवानां व्याख्यां भवन्तः केन प्रकारेण करिष्यन्ति?

आगच्छन्तु जले आंशिकरूपेण निमज्जितायाः अङ्कन्याः परावर्तितायाः घटनायाः विचारं कुर्मः। अङ्कन्याः जले निमज्जितात् भागात् भवतां समीपम् आगच्छन् प्रकाशः, अङ्कन्याः जलस्य बहिर्भागस्य तुलनायां भिन्नदिशः आगच्छन् प्रतीयते। एतेन एव प्रकारेण अङ्कनी परावर्तिता प्रतीयते। एतैः एव कारणैः, यदा अक्षराणाम् उपरि शिलापट्टं स्थापयित्वा पश्यामः तदा तानि उत्थितानि इव प्रतीयन्ते।

यदि जलस्य स्थाने वयं कस्यचित् अन्यस्य द्रवस्य यथा मृत्तैलस्य अथवा तैलपर्ण्याः तैलस्य प्रयोगं कुर्याम, किं तदानीम् अपि अङ्कनी तावती एव परावर्तिता द्रक्ष्यते? यदि वयं काचफलकं पारदर्शिसुनम्यस्य फलकेन प्रतिष्ठापितं कुर्मः, किं तदानीम् अपि अक्षराणि ताम् एव ऊर्ध्वतां यावत् उत्थितानि इव प्रतीतानि भविष्यन्ति? भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् विभिन्नमाध्यमानां युग्मानां कृते एतेषां प्रभावस्य विस्तारः भिन्नः भिन्नः अस्ति। एतानि प्रेक्षणानि सूचयन्ति यत् प्रकाशः सर्वेषु माध्यमेषु एकस्यां दिशि गमनं नैव करोति। एवं प्रतीयते यत् यदा प्रकाशः एकस्मात् माध्यमात् अपरस्मिन् माध्यमे तिर्यक् भूत्वा गच्छति तदा अपरस्मिन् माध्यमे एतस्य सञ्चरणस्य दिक् परिवर्तते। एतां परिघटनां विस्तरेण कांश्चित् क्रियाकलापान् कृत्वा अवगच्छन्तु।

क्रियाकलापः 10.7

- जलेन पूर्णायाः द्रोण्याः तले एकं नाणकं स्थापयन्तु।
- स्वस्य नेत्रद्वयं जलस्य उपरि, कस्मिंश्चित् पार्श्वे स्थापयित्वा नाणकम् एकवारम् एव उत्थापयितुं प्रयतत्नं कुर्वन्तु। किं भवन्तः नाणकस्य उत्थापने सफलाः भवितुं शक्नुवन्ति?
- एतं क्रियाकलापम् अनुवर्तयन्तु। भवन्तः एतत् एकवारं कर्तुं किमर्थं सफलाः न अभवन्?
- स्वस्य मित्राणि एतत् कर्तुं वदन्तु। तैः सह स्वस्य अनुभवस्य तुलनां कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 10.8

- कस्याञ्चित् उत्पीठिकायाम् एकं विशालं गाधं कंसं स्थापयित्वा तस्य तले एकं नाणकं स्थापयन्तु।
- कंसात् शनैः शनैः दूरम् अपसरन्तु। यदा नाणकस्य सम्यक् दर्शनम् अवरुद्धं भवति तदा तिष्ठन्तु।
- स्वस्य मित्राणि नाणकं विक्षुब्धम् अकृत्वा कंसे जलं स्थापयितुं वदन्तु।
- स्वस्य स्थितितः नाणकं पश्यन्तः भवन्तु। किं नाणकस्य ततः एव स्थितितः पुनः दर्शनं भवति? एतत् कथं सम्भवति?

कंसे जलस्य पातनेन नाणकं पुनः दृश्यते। प्रकाशस्य अपवर्तनस्य कारणेन नाणकं स्वस्य वास्तविकस्थितितः किञ्चित् उपरि उत्थितम् इव प्रतीयते।

क्रियाकलापः 10.9

- उत्पीठिकायां स्थापितस्य एकस्य श्वेतकर्गदस्य पत्रे एकां स्थूलरेखां कर्षन्तु।
- एतस्याः रेखायाः उपरि एकं काचफलकम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यत् एतस्य एकम् उपान्तम् अनया रेखया किमपि कोणं निर्मायात्।
- फलकस्य अधः आगतायाः रेखायाः भागं पार्श्वतः पश्यन्तु। भवन्तः किं पश्यन्ति किं काचफलकस्य अधस्तनरेखा उपान्तानां समीपे परावर्तिता प्रतीयते?
- अधुना काचफलकम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यत् एतत् रेखायाः लम्बवत् स्यात्। अधुना भवन्तः किं पश्यन्ति? किं काचफलकस्य अधः रेखायाः भागः परावर्तितः प्रतीयते?
- रेखां काचफलकस्य उपरिष्टात् पश्यन्तु। किं फलकस्य अधः रेखायाः भागः उत्थितः प्रतीयते? एवं किमर्थं भवति?

10.3.1 काचस्य आयताकारफलकेन अपवर्तनम्

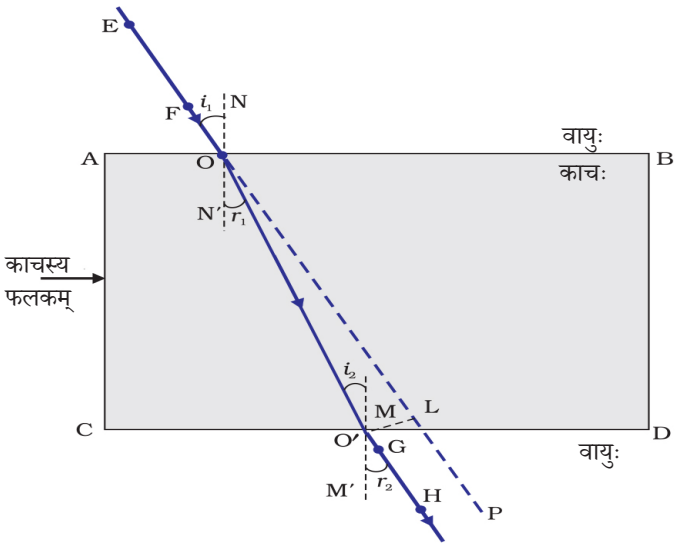
काचस्य फलकेन प्रकाशस्य अपवर्तनस्य परिघटनाम् अवगन्तुम्, आगच्छन्तु एकं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.10

- एकस्मिन् चित्रलेखनफलके श्वेतकर्गदस्य एकम् आस्तरणं चित्रलेखनसूचीनां साहाय्येन योजयन्तु।
- आस्तरणस्य उपरि, मध्ये काचस्य एकम् आयताकारं फलकं स्थापयन्तु।
- अङ्कन्या फलकस्य रूपरेखां कर्षन्तु। एतस्याः रूपरेखायाः नाम ABCD इति स्थापयन्तु।
- एकसमानाः चतस्रः सूचीः स्वीकुर्वन्तु।
- द्वे सूच्यौ, E तथा च F ऊर्ध्वतः एवं प्रकारेण योजयन्तु यथा सूचीनां योजनरेखा उपान्तेन AB कस्यचित् कोणस्य निर्माणं कुर्वती स्यात्।
- E तथा च F सूच्याः प्रतिबिम्बान् विपरीतफलकेन पश्यन्तु। अन्ये द्वे सूच्यौ, G तथा च H, एवं प्रकारेण योजयन्तु यथा एताः सूच्यः तथा च E तथा च F इत्यस्य सरलरेखायां स्थिताः भवेयुः।
- सूचीः तथा च फलकानि अपसारयन्तु।
- E तथा च F सूच्यग्रभागानां स्थितीः मेलयन्तु तथा च एतां रेखां AB पर्यन्तं वर्धयन्तु। मन्यतां EF, AB तः O बिन्दौ मिलति। एवं प्रकारेण G तथा च H सूच्यग्रभागानां स्थितीः मेलयन्तु तथा च एतां रेखाम् CD उपान्तपर्यन्तं वर्धयन्तु। मन्यताम् HG, CD तः O इत्यस्मिन् मिलति।
- O तथा च O' इत्येतत् मेलयन्तु। EF इत्येतत् अपि P पर्यन्तं वर्धयन्तु, यथा 10.10 चित्रे बिन्द्वङ्किताभिः रेखाभिः दर्शितम् अस्ति।

एतस्मिन् क्रियाकलापे भवन्तः अभिलेखिष्यन्ति यत् प्रकाशकिरणः O तथा च O' स्वदिग्बिन्दुषु परिवर्तितः। अभिलिखन्तु यत् O तथा च O' द्वौ अपि बिन्दू द्वयोः पारदर्शिमाध्यमयोः पृथक्करणपृष्ठेषु स्थितौ स्तः। AB इत्यस्य O बिन्दौ एकम् आलम्बं NN'

कर्षन्तु तथा च अपरम् आलम्बम् MM' CD इत्यस्य O बिन्दौ कर्षन्तु। बिन्दौ प्रकाशकिरणः विरलमाध्यमात् सघनमाध्यमे अर्थात् वायुतः काचे प्रविशति। अभिलिखन्तु यत् प्रकाशस्य किरणाः आलम्बं प्रति अवनमन्ति। O इत्यस्मिन् प्रकाशकिरणः काचात् वायौ अर्थात् सघनमाध्यमात् विरलमाध्यमे प्रविष्टः अस्ति। प्रकाशकिरणः आलम्बात् दूरं परावर्तितः भवति। द्वयोः AB तथा च CD आवर्तकतलयोः आपतनकोणस्य तथा च अपवर्तनकोणस्य मानानां तुलनां कुर्वन्तु।10.10 चित्रे EO आपतिताः किरणाः सन्ति, OO' अपवर्तिताः किरणाः तथा च O'H निर्गताः किरणाः सन्ति।



चित्रम् 10.10 आयताकारकाचस्य फलकेन प्रकाशस्य अपवर्तनम्

भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् निर्गताः किरणाः आपतितानां किरणानां दिशः समान्तराः सन्ति। एवं किमर्थं भवति? आयताकारे काचे फलकस्य विपरीतफलकेषु AB (वायौ काचे अन्तरापृष्ठे) तथा च CD (काचे वायौ अन्तरापृष्ठे) प्रकाशकिरणानां परावर्तनस्य परिणामः समानः तथा च विपरीतः अस्ति। एतेन एव कारणेन निर्गताः किरणाः, आपतितानां किरणानां समान्तरेण निस्सरन्ति। तथापि, प्रकाशकिरणेषु किञ्चित् पार्श्विकं विस्थापनं भवति। यदि प्रकाशकिरणाः आलम्बवत् पतेयुः तर्हि किं भविष्यति? स्वयं कृत्वा जानन्तु।

अधुना भवन्तः प्रकाशस्य अपवर्तनेन परिचिताः सन्ति। अपवर्तनं प्रकाशस्य एकस्मात् पारदर्शिनः माध्यमात् अपरस्मिन् प्रवेशानन्तरं प्रकाशस्य गतौ परिवर्तनस्य कारणेन भवति। प्रयोगाः दर्शयन्ति यत् प्रकाशस्य अपवर्तनं निश्चितनियमानाम् आधारेण भवति। परावर्तनस्य नियमाः निम्नलिखिताः सन्ति;

आपतिताः किरणाः, अपवर्तिताः किरणाः तथा च द्वयोः अपि माध्यमयोः पृथक्कारकपृष्ठस्य आपतनबिन्दौ आलम्बाः सर्वे अपि एकस्मिन् एव तले भवन्ति।

प्रकाशस्य कस्यचित् निश्चितवर्णस्य कृते तथा च निश्चितमाध्यमानां युग्मस्य कृते आपतनकोणस्य ज्यायाः तथा च अपवर्तनकोणस्य ज्यायाः अनुपातः स्थिरः भवति। एषः नियमः स्नेलस्य अपवर्तननियमः अपि कथ्यते।

यदि i आपतनकोणः स्यात् तथा च r अपवर्तनकोणः स्यात् तदा

$$\frac{\text{Sin i}}{\text{Sin r}} = \text{स्थिराङ्कः} \qquad (10.4)$$

एतत् स्थिराङ्कमानम् अपरस्य माध्यमस्य पूर्वमाध्यमस्य च सापेक्षः अपवर्तनाङ्कः कथ्यते। आगच्छन्तु अपवर्तनाङ्कस्य विषये किञ्चित् विस्तरेण अध्ययनं कुर्मः।

10.3.2 अपवर्तकसूचकाङ्कः

भवन्तः पूर्वम् एव अधीवन्तः यत् यदा प्रकाशकिरणाः तिर्यक् गच्छन्तः एकस्मात् पारदर्शिमाध्यमात् अपरस्मिन् प्रवेशं कुर्वन्ति तदा एतत् अपरस्मिन् माध्यमे स्वदिशं परिवर्तयति। केषाञ्चन माध्यमानां युग्मार्थं जायमानस्य दिक्परिवर्तनस्य विस्तारः

अपवर्तनाङ्करूपेण व्यक्तः क्रियते, यत् (10.4) समीकरणे दक्षिणपक्षे जायमानः स्थिराङ्कः अस्ति।

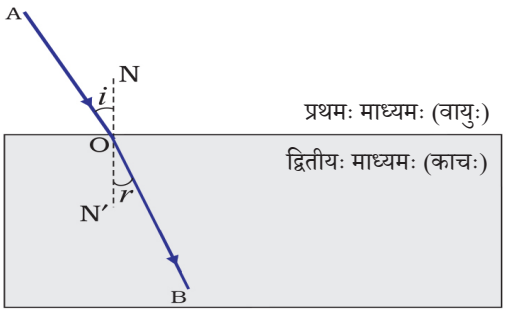
अपवर्तनाङ्कम् एकः महत्त्वपूर्णभौतिकराशिः, विभिन्नमाध्यमेषु प्रकाशस्य सञ्चरणस्य आपेक्षिकगत्या सम्बद्धुं शक्यते। एतत् दृष्टं यत् विभिन्नमाध्यमेषु प्रकाशः विभिन्नगत्या सञ्चरितः भवति। निर्वाते प्रकाशस्य 3 x 108 m/s गत्या चलति यत् प्रकाशस्य कस्मिंश्चित् अपि माध्यमे जायमाना द्रुततमा गतिः अस्ति। वायौ प्रकाशस्य गतिः निर्वातस्य अपेक्षया किञ्चित् एव न्यूना भवति। काचे अथवा जले एतत् यथेष्टरूपेण अपक्षीयते। द्वयोः माध्यमयोः युग्मार्थम् अपवर्तनाङ्कस्य मानं द्वयोः माध्यमयोः प्रकाशस्य गतिम् आश्रयति, यथा अधः दत्तम् अस्ति।

10.11 चित्रे दर्शितानुसारम् एकस्य प्रकाशकिरणस्य विषये विचारं कुर्वन्तु यः एकस्मात् माध्यमात् द्वितीये माध्यमे प्रविशति। मन्यताम्, प्रकाशस्य गतिः एकस्मिन् माध्यमे v1 तथा च द्वितीये माध्यमे v2 अस्ति। द्वितीयस्य माध्यमस्य प्रथमस्य माध्यमस्य सापेक्षे अपवर्तनाङ्कः, प्रथमे माध्यमे प्रकाशस्य गतिद्वारा तथा च द्वितीये माध्यमे प्रकाशगतेः अनुपातद्वारा व्यक्तः क्रियते। एतत् प्रायः n21 सङ्केतेन निरूप्यते। एतत् समीकरणरूपेण निम्नवत् व्यक्तं कुर्वन्ति-

$$n_{21} = \frac{\text{प्रथमे माध्यमे प्रकाशस्य गतिः}}{\text{द्वितीये माध्यमे प्रकाशस्य गतिः}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (10.5)$$

एतेन तर्केण, प्रथमस्य माध्यमस्य द्वितीयस्य माध्यमस्य सापेक्षे अपवर्तनाङ्केन n12 द्वारा निरूपणं कुर्वन्ति। एतत् व्यक्तं क्रियते -

$$n_{12} = \frac{\text{द्वितीये माध्यमे प्रकाशस्य गतिः}}{\text{प्रथमे माध्यमे प्रकाशस्य गतिः}} = \frac{v_2}{v_1} \qquad (10.6)$$



चित्रम् 10.11

यदि प्रथमः माध्यमः निर्वातः अथवा वायुः अस्ति, तर्हि द्वितीयस्य माध्यमास्य अपवर्तनाङ्कः निर्वातस्य सापेक्षं मन्यते। एतत् माध्यमस्य निरपेक्षापवर्तनाङ्कः कथ्यते। एतत् केवलम् n2 द्वारा निरूप्यते। यदि वायौ प्रकाशस्य गतिः c अस्ति तथा च माध्यमे प्रकाशस्य गतिः v अस्ति तर्हि माध्यमस्य अपवर्तनाङ्कः nm भविष्यति

$$N_m = \frac{\text{वायौ प्रकाशस्य गतिः}}{\text{माध्यमे प्रकाशस्य गतिः}} = \frac{c}{v} \qquad (10.7)$$

माध्यमस्य निरपेक्षापवर्तनाङ्कः केवलम् अपवर्तनाङ्कः कथ्यते। 10.3 सारण्याम् अनेकमाध्यमानाम् अपवर्तनाङ्काः दत्ताः सन्ति। सारण्या भवद्भिः ज्ञास्यते यत् जलस्य अपवर्तनाङ्कः, nw = 1.33 अस्ति। अस्यार्थः अस्ति यत् वायौ प्रकाशस्य वेगे तथा च जले प्रकाशस्य वेगस्य अनुपातः 1.33 अस्ति। एतेन एव प्रकारेण विसीसकाचस्य अपवर्तनाङ्कः ng = 1.52 भवति। एतादृशाः दत्तांशाः बहुषु स्थानेषु उपयोगिनः भवन्ति। तथापि भवतां कृते एतेषां दत्तांशानां कण्ठस्थीकरणस्य आवश्यकता नास्ति।

सारणी 10.3 केषाञ्चन द्रव्यात्मकमाध्यमानां निरपेक्षावर्तनाङ्कः

द्रव्यात्मकमाध्यमः	अपवर्तनाङ्कः	द्रव्यात्मकमाध्यमः	अपवर्तनाङ्कः
वायुः	1.0003	कनाडा बालसम	1.53
हिमम्	1.31	खनिजलवणम्	1.54
जलम्	1.33	कार्बन डाइसल्फाइड	1.63
मद्यसारः	1.36	घनस्फटकाचः	1.65
मृत्तैलम्	1.44	माणिक्यम्	1.71
स्फटिकः	1.46	नीलमणिः	1.77
तारपर्णीतैलम्	1.47	हीरकम्	2.42
भूपेन्यः	1.50		
विसीसकाचः	1.52		

10.3 सारणीतः टिप्पणीं लिखन्तु यत् एतत् आवश्यकं नास्ति यत् प्राकाशिकसघनमाध्यमस्य द्रव्यमानघनत्वम् अपि अधिकं भवेत्। उदाहरणार्थम्, मृत्तैलं यस्य अपवर्तनाङ्कः जलात् अधिकम् अस्ति, जलस्य अपेक्षया प्राकाशिकसघनम् अस्ति, यद्यपि एतस्य द्रव्यमानघनत्वं जलात् न्यूनम् अस्ति।

एतदपि जानन्तु?

कस्यचित् माध्यमस्य प्रकाशम् अपवर्तितं कर्तुं क्षमता एतस्य प्राकाशिकघनत्वद्वारा अपि व्यञ्जयितुं शक्यते। प्राकाशिकघनत्वस्य एकः निश्चितः सम्पृक्तार्थः भवति। एषः द्रव्यमानघनत्वस्य समानः न भवति। एतस्मिन् अध्याये वयं 'विरलमाध्यमस्य' तथा च 'सघन माध्यमस्य' शब्दानां प्रयोगं कुर्मः। वस्तुतः अस्यार्थः क्रमशः 'प्राकाशिकविरलमाध्यमः' तथा च 'प्राकाशिकसघनमाध्यमः' अस्ति। वयं कदा वक्तुं शक्नुमः यत् कश्चित् माध्यमः अन्यस्य माध्यमस्य अपेक्षया प्राकाशिकसघनः अस्ति? द्वयोः माध्यमयोः तुलनायाः समये, अधिकापवर्तनाङ्कमाध्यमः अपरस्य अपेक्षया प्राकाशिकसघनः अस्ति। अपरः न्यूनः अपवर्तनाङ्कमाध्यमः प्राकाशिकविरलमाध्यमः अस्ति। विरलमाध्यमे प्रकाशस्य गतिः सघनमाध्यमस्य अपेक्षया अधिकः भवति। अतः विरलमाध्यमात् सघनमाध्यमे गच्छन् प्रकाशकिरणः मन्दः भवति तथा च सालम्बं प्रति अवनमति। यदा एषः सघनमाध्यमात् विरलमाध्यमे गच्छति तदा एतस्य गतिः वर्धते तथा च एषः सालम्बात् दूरम् अपसरति।

प्रश्नाः

1 वायौ गच्छन् प्रकाशस्य एकः किरणः जले तिर्यक् प्रविशति। किं प्रकाशकिरणः सालम्बं प्रति अवनतः भविष्यति अथवा सालम्बात् दूरम् अपसरिष्यति? वदन्तु किमर्थम्?

2 प्रकाशः वायुतः 1.50 अपवर्तनाङ्कस्य काचस्य स्थाल्यां प्रविशति। काचे प्रकाशस्य गतिः कियती अस्ति? निर्वाते प्रकाशस्य गतिः 3 x 108 m/s अस्ति।

3 10.3 सारणीतः अधिकांशप्राकाशिकघनत्वस्य माध्यमम् अभिजानन्तु। न्यूनतमप्राकाशिकघनत्वस्य माध्यमम् अपि अभिजानन्तु।

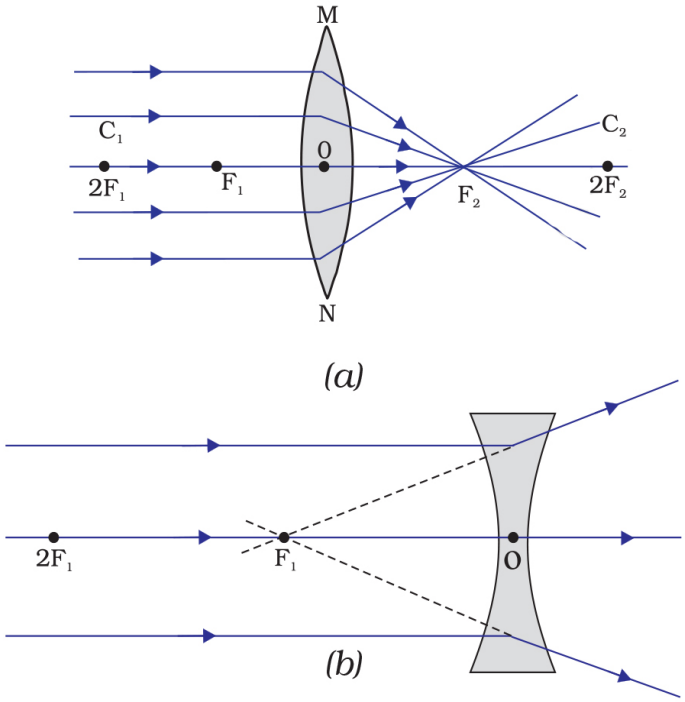
4 भवतां कृते मृत्तैलं, तारपर्णीतैलं तथा च जलं दत्तम् अस्ति। एतेषु कस्मिन् प्रकाशः सर्वाधिकतीव्रगत्या चलति? 10.3 सारण्यां दत्तानां दत्तांशानाम् उपयोगं कुर्वन्तु।

5 हीरकस्य अपवर्तानाङ्कः 2.42 अस्ति। एतस्य कथनस्य कः अभिप्रायः?

10.3.3 गोलीयवीक्षद्वारा अपवर्तनम्

भवद्भिः केचन जनाः दृष्टाः स्युः ये पठनार्थम् उपनेत्राणाम् प्रयोगं कुर्वन्ति। घटीनिर्मातारः बहुलघून् त्रपुभागान् द्रष्टुं लघु-आवर्धककाचानाम् उपयोगं कुर्वन्ति। किं कदाचित् भवन्तः आवर्धककाचस्य पृष्ठं स्वहस्तैः स्पृष्ट्वा दृष्टवन्तः? किम् एतस्य पृष्ठं समतलम् अस्ति अथवा वक्रितम्? किम् एतत् मध्यतः स्थूलम् अस्ति अथवा अञ्चलतः? उपनेत्रेषु वयं काचानाम् एव उपयोगं कुर्मः। घटीनिर्मातुः आवर्धकः अपि काचयुक्तः भवति। काचः कः अस्ति? एषः प्रकाशकिरणान् कथं परावर्तयति? एतस्मिन् अनुच्छेदे वयम् एतस्मिन् एव विषये अध्ययनं करिष्यामः।

द्वाभ्यां पृष्ठाभ्याम् आच्छादितः कश्चन पारदर्शिमाध्यमः, यस्य एकम् अथवा पृष्ठद्वयम् अपि गोलीयम् अस्ति, सः **वीक्षः** कथ्यते। अस्यार्थः एषः अस्ति यत् वीक्षस्य न्यूनातिन्यूनम् एकं पृष्ठं गोलीयं भवति। एतादृशेषु वीक्षेषु अपरं पृष्ठं समतलं भवितुं शक्नोति। कस्मिंश्चित् वीक्षे बहिः प्रति उत्थितं गोलीयपृष्ठद्वयं भवितुं शक्नोति। एतादृशः वीक्षः द्वि-**उत्तलवीक्षः** कथ्यते। एषः केवलम् उत्तलवीक्षः अपि कथ्यते। एषः अञ्चलानाम् अपेक्षया मध्यतः स्थूलः भवति। उत्तलवीक्षः प्रकाशकिरणान् 10.12 (क) चित्रे दर्शितानुसारम् अभिसारयति। अतः उत्तलवीक्षाः अभिसारिवीक्षाः अपि कथ्यन्ते। एतेन एव प्रकारेण एक-द्वि-अवतलवीक्षः अन्तः प्रति वक्रिताभ्यां द्वाभ्यां पृष्ठाभ्याम् आच्छादितः भवति। एषः मध्यस्य अपेक्षया अञ्चले स्थूलः भवति। एतादृशाः वीक्षाः प्रकाशकिरणान् 10.12 (ख) चित्रे दर्शितानुसारम् अपसारयन्ति। एतादृशाः वीक्षाः **अपसारिवीक्षाः** कथ्यन्ते। द्वि-अवलवीक्षः प्रायः अवतलवीक्षः अपि कथ्यते।



चित्रम् 10.12 (a) उत्तलवीक्षस्य अभिसारिक्रिया
(b) अवतलवीक्षस्य अपसारिक्रिया

कस्मिंश्चित् वीक्षे सः उत्तलो वा स्यात् अवतलो वा तत्र गोलीयपृष्ठद्वयं भवति। एतेषु प्रत्येकं पृष्ठम् एकस्य गोलस्य भागः भवति। एतेषां केन्द्रं वीक्षस्य **वक्रताकेन्द्रं** कथ्यते। वीक्षस्य वक्रताकेन्द्रं प्रायः C अक्षरेण निरूप्यते। यतोहि वीक्षस्य वक्रताकेन्द्रद्वयम् अस्ति अतः एतत् C1 तथा च C2 इत्यनेन निरूप्यते। कस्यचित् वीक्षस्य द्वाभ्यां वक्रताकेन्द्राभ्यां गच्छन्ती काचित् काल्पनिकी सरलरेखा वीक्षस्य **मुख्याक्षः** कथ्यते। वीक्षस्य केन्द्रीयबिन्दुः एतस्य **प्राकाशिककेन्द्रं** कथ्यते। एतत् प्रायः O अक्षरेण निरूप्यते। वीक्षस्य प्रकाशकेन्द्रात् गच्छन् प्रकाशकिरणः विना केनचित् विचलनेन निर्गच्छति। गोलीयवीक्षस्य वृत्ताकाररूपरेखायाः प्रभावी व्यासः एतस्य **द्वारकः** कथ्यते। एतस्मिन् अध्याये स्वस्य विवेचने वयं केवलं तेषां वीक्षाणां पर्यन्तम् एव सीमिताः भविष्यामः येषां द्वारकः एतेषां वक्रतात्रिज्यातः अतीव लघुः अस्ति। एतादृशाः वीक्षाः लघुद्वारकस्य **कृशाः वीक्षाः** कथ्यन्ते। यदा कस्मिंश्चित् वीक्षे समान्तरकिरणाः आपतन्ति तदा किं भवति? एतत् अवगन्तुम् आगच्छन्तु एकं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.11

सावधानता - एतस्य क्रियाकलापस्य करणसमये अथवा अन्यथा अपि सूर्यं प्रति साक्षात् अथवा वीक्षेण अपि न पश्यन्तु। यदि भवन्तः एवं करिष्यन्ति तर्हि भवतां नेत्रक्षतिः भवितुं शक्नोति।

- एकम् उत्तलवीक्षं स्वहस्ते गृह्णन्तु। एतं सूर्यं प्रति निर्दिशन्तु।
- सूर्यस्य प्रकाशम् एकस्मिन् कर्गदपत्रे प्रकाशितं कुर्वन्तु। सूर्यस्य एकं तीक्ष्णं प्रकाशमानं प्रतिबिम्बं प्राप्नुवन्तु।
- कर्गदं तथा च वीक्षं कञ्चित् समयार्थं तस्याम् एव स्थितौ गृह्णन्तु। कर्गदं पश्यन्तः भवन्तु। किं भवति? एवं किमर्थं भवति? 10.2 क्रियाकलापस्य स्वस्य अनुभवान् स्मरन्तु।

अग्निः प्रज्वलनम् आरभते धूमः च उत्पन्नः भवति। किञ्चित् समयानन्तरम् अग्निः प्रज्वलितुं शक्नोति। एवं किमर्थं भवति सूर्यात् आगच्छन्तः प्रकाशकिरणाः समानान्तराः भवन्ति। वीक्षद्वारा एते किरणाः तीक्ष्णप्रकाशमानबिन्दुरूपेण कर्गदे अभिकेन्द्रिताः क्रियते। वस्तुतः, कर्गदपत्रे एषः प्रकाशमानबिन्दुः सूर्यस्य प्रतिबिम्बम् अस्ति। एकस्मिन् बिन्दौ सूर्यप्रकाशस्य संकेन्द्रणम् ऊष्माणम् उत्पादयति। एतेन कारणेन कर्गदं प्रज्वलति।

अधुना वयम् एकस्य वीक्षस्य मुख्याक्षस्य समान्तरेषु प्रकाशकिरणेषु विचारं कुर्मः। यदा प्रकाशस्य एतादृशकिरणान् कस्माच्चित् वीक्षात् गमयन्ति तदा किं भवति? एकस्य उत्तलवीक्षस्य कृते एतत् 10.12 (क) चित्रे तथा च अवतलकाचस्य कृते 10.12 (ख) चित्रे दर्शितम् अस्ति।

10.12 (a) चित्रं ध्यानेन पश्यन्तु। उत्तलवीक्षे मुख्याक्षस्य समान्तरप्रकाशस्य बहवः किरणाः आपतन्ति। एते किरणाः काचात् अपवर्तनस्य पश्चात् मुख्याक्षे एकस्मिन् बिन्दौ अभिसरन्ति। मुख्याक्षे एषः बिन्दुः **वीक्षस्य मुख्यप्रकाशः** कथ्यते। आगच्छन्तु अधुना एकस्य अवतलवीक्षस्य व्यवहारं पश्यामः।

10.12 (b) चित्रं ध्यानेन पश्यन्तु। अवतलवीक्षे मुख्याक्षस्य समान्तरप्रकाशस्य अनेके

किरणाः आपतन्ति। एते किरणाः वीक्षस्य अपवर्तनात् परं मुख्याक्षस्य एकस्मात् बिन्दोः अपसरन्तः प्रतीयन्ते। मुख्याक्षे एषः बिन्दुः **अवतलवीक्षस्य मुख्यप्रकाशः** कथ्यते।

यदि भवन्तः कस्यचित् वीक्षस्य विपरीतपृष्ठात् समान्तरकिरणान् गन्तुं त्यजन्ति तर्हि भवन्तः पूर्वतः विपरीतदिशि अपरं मुख्यप्रकाशं प्राप्स्यन्ति। मुख्यप्रकाशस्य निरूपणार्थं प्रायः F अक्षरं प्रयुज्यते। तथापि, कस्मिंश्चित् वीक्षे द्वौ मुख्यप्रकाशौ भवतः। एतौ F1 तथा च F2 इत्यनेन निरूप्येते। कस्यचित् वीक्षस्य मुख्यप्रकाशस्य प्राकाशिककेन्द्रात् दूरता **प्रकाशदूरता** कथ्यते। प्रकाशदूरता 'f' अक्षरेण निरूप्यते। भवन्तः उत्तलवीक्षस्य प्रकाशदूरता कथं ज्ञातुं शक्यते? 10.11 क्रियाकलापं स्मरन्तु। एतस्मिन् क्रियाकलापे वीक्षस्य स्थितेः तथा च सूर्यप्रतिबिम्बस्य स्थितेः मध्यदूरता वीक्षस्य समीपस्थां (प्रायः) प्रकाशदूरतां निर्दिशति।

10.3.4 वीक्षद्वारा प्रतिबिम्बनिर्माणम्

वीक्षाः प्रतिबिम्बं कथं निर्मान्ति? वीक्षाः प्रकाशस्य अपवर्तनद्वारा प्रतिबिम्बं निर्मान्ति। तेषां प्रतिबिम्बानां प्रकृतिः का अस्ति? आगच्छन्तु, पूर्वम् उत्तलवीक्षार्थम् एतस्य अध्ययनं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.12

- एकम् उत्तलवीक्षं स्वीकुर्वन्तु। 10.11 क्रियाकलापे वर्णितविधिद्वारा एतस्य समीपस्थां प्रकाशदूरताम् अभिजानन्तु।
- एकस्यां दीर्घ-उत्पीठिकायां सुधाखण्डस्य उपयोगं कृत्वा पञ्च समान्तरासरलरेखाः एवं प्रकारेण कर्षन्तु यथा कयोश्चित् द्वयोः उत्तरोत्तररेखयोः मध्ये दूरता वीक्षस्य प्रकाशदूरतायाः समाना भवेत्।
- वीक्षम् एकस्मिन् वीक्षस्तम्भे स्थापयन्तु। एतं मध्यरेखायाम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यथा वीक्षस्य प्राकाशिककेन्द्रम् एतस्यां रेखायां स्थितं भवेत्।
- वीक्षम् उभयतः द्वे रेखे क्रमशः काचस्य F तथा च 2F इत्यस्य तदनुरूपिण्यौ भविष्यतः। एतान् उचितैः अक्षरैः अङ्कयन्तु, यथा क्रमशः 2 F1, F1, F2 तथा च 2 F2।
- एकां ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां वामतः 2 F1 तः बहुदूरं स्थापयन्तु। वीक्षस्य विपरीतदिशि स्थापितायाम् एकस्यां जवनिकायाम् एतस्य स्पष्टं तथा च तीक्ष्णं प्रतिबिम्बं निर्मान्तु।
- प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिं, स्थितिं तथा च अपेक्षितम् आकारम् अभिलिखन्तु।
- एतस्मिन् क्रियाकलापे बिम्बं 2 F1 तः किञ्चित् दूरं, F1 तथा च 2F1 इत्यस्य मध्ये, F1 तथा च F1 O इत्यस्य मध्ये स्थापयित्वा आवर्तयन्तु। स्वस्य प्रेक्षणम् अभिलिखन्तु तथा च सारणीबद्धं कुर्वन्तु।

बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते उत्तलवीक्षद्वारा निर्मितानां प्रतिबिम्बानां प्रकृतेः, स्थितेः तथा च अपेक्षितस्य आकारस्य सङ्क्षिप्तं विवरणं 10.4 सारण्यां दत्तम् अस्ति।

सारणी 10.4 बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते उत्तलवीक्षद्वारा निर्मितानां प्रतिबिम्बानां प्रकृतिः, स्थितिः तथा च अपेक्षितः आकारः

बिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य अपेक्षितः आकारः	प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः
अनन्ते	F2 प्रकाशे	अतिलघुः बिन्द्वाकारः	वास्तविकः तथा च विपरीतः
2F1 तः अग्रे	2F1 तथा 2F2 इत्यस्य मध्ये	लघुः	वास्तविकः तथा च विपरीतः
2F1 उपरि	2F2 इत्यत्र	समानाकारः	वास्तविकः तथा च विपरीतः
F1 तथा च 2F1 इत्यस्य मध्ये	2F2 तः अग्रे	विशालं (विवर्धितम्)	वास्तविकः तथा च विपरीतः
F1 प्रकाशे	अनन्ते	असीमितरूपेण विशालम् अथवा अतिविविर्धितम्	वास्तविकः तथा च विपरीतः
F1 प्रकाशः तथा च O प्राकाशिककेन्द्रस्य मध्ये	यत्र बिम्बः अस्ति	विशालं (विवर्धितम्)	आभासि ऋजु च
	वीक्षस्य तं प्रति एव		

आगच्छन्तु अधुना केनचित् अवतलवीक्षेण निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतेः, स्थितेः तथा च अपेक्षितस्य आकारस्य एकेन क्रियाकलापेन अध्ययनं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.13

- एकम् अवतलवीक्षं स्वीकुर्वन्तु। एतम् एकस्मिन् वीक्षस्तम्भे स्थापयन्तु।
- वीक्षस्य पार्श्वे एकां ज्वलन्तीं सिक्थवर्तिकां स्थापयन्तु।
- वीक्षस्य अपरस्मात् पक्षात् प्रतिबिम्बस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। यदि सम्भवति तर्हि प्रतिबिम्बं जवनिकायां प्राप्तुं प्रयत्नं कुर्वन्तु। यदि एवं न सम्भवति तर्हि प्रतिबिम्बं वीक्षद्वारा साक्षात् एव पश्यन्तु।
- प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिम्, अपेक्षितम् आकारं तथा च समीपस्थितिम् अभिलिखन्तु।
- सिक्थवर्तिकां वीक्षात् दूरं नयन्तु। प्रतिबिम्बस्य आकारे परिवर्तनम् अभिलिखन्तु। यदा सिक्थवर्तिका वीक्षात् बहुदूरे स्थाप्यते तदा प्रतिबिम्बस्य आकारे कः प्रभावः आपतति?

उपर्युक्तस्य क्रियाकलापस्य सङ्क्षिप्तं विवरणं 10.5 सारण्यां दत्तम् अस्ति।

सारणी 10.5 बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते अवतलवीक्षद्वारा निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः, स्थितिः तथा च अपेक्षितः आकारः

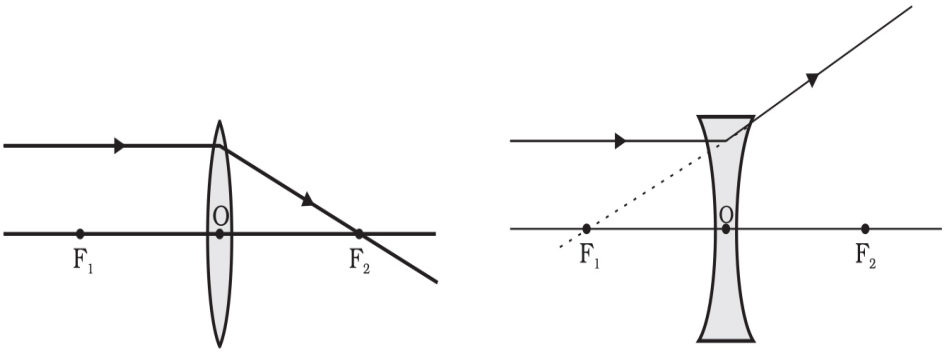
बिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य स्थितिः	प्रतिबिम्बस्य अपेक्षितः आकारः	प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः
अनन्ते	F1 प्रकाशे	अतिलघुः बिन्द्वाकारः	आभासी तथा च ऋजुः
दृष्टिकेन्द्रस्य तथा च O	F1 प्रकाशः तथा च O	लघुः	आभासी तथा च ऋजुः
वीक्षस्य मध्ये	दृष्टिकेन्द्रस्य मध्ये		

एतेन क्रियाकलापेन भवन्तः कं निष्कर्षं प्राप्नुवन्ति? अवतलवीक्षः सदैव आभासि, ऋजु तथा च लघु प्रतिबिम्बं निर्मास्यति, बिम्बः कुत्रापि स्थितः स्यात्।

10.3.5 किरण-आरेखाणाम् उपयोगद्वारा वीक्षैः प्रतिबिम्बनिर्माणम्

वयं किरण-आरेखाणाम् उपयोगेन वीक्षैः प्रतिबिम्बनिर्माणं निरूपयितुं शक्नुमः। किरण-आरेखः वीक्षेषु निर्मितानां प्रतिबिम्बानां प्रकृतेः, स्थितेः तथा च अपेक्षितस्य आकारस्य अध्ययने अपि अस्माकं सहायतां करिष्यति। वीक्षेषु किरण-आरेखाणां निर्माणाय गोलीयदर्पणवत् वयं निम्नेषु कयोश्चित् द्वयोः किरणयोः विषये विचारं कर्तुं शक्नुमः।

(i) बिम्बात्, मुख्याक्षस्य समान्तरेण आगच्छन् कश्चन प्रकाशकिरणः उत्तलवीक्षेण अपवर्तनात् परं 10.13 (a) चित्रे दर्शितानुसारं वीक्षस्य अन्यस्मिन् पक्षे मुख्यप्रकाशात् निर्गमिष्यति। अवतलवीक्षस्य स्थितौ प्रकाशकिरणः 10.13 (b) चित्रे दर्शितानुसारं वीक्षस्य तस्मिन् एव पक्षे स्थितात् मुख्यप्रकाशात् अपसरन् इव प्रतीयते।

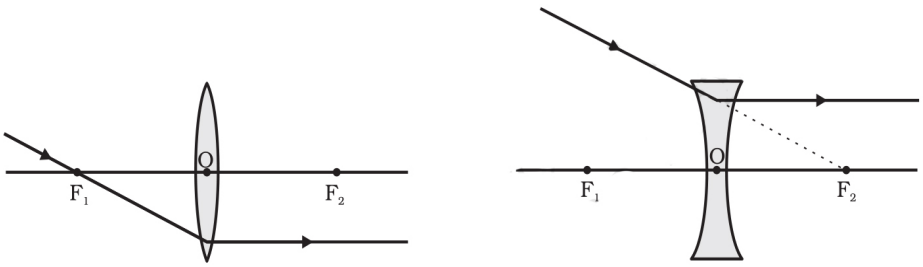


(a) (b)

चित्रम् 10.13

(ii) मुख्यप्रकाशात् गच्छन् प्रकाशकिरणः, उत्तलवीक्षेण अपवर्तनात् परं मुख्याक्षस्य समान्तरेण निर्गमिष्यति। एतत् 10.14 (a) चित्रे दर्शितम् अस्ति।

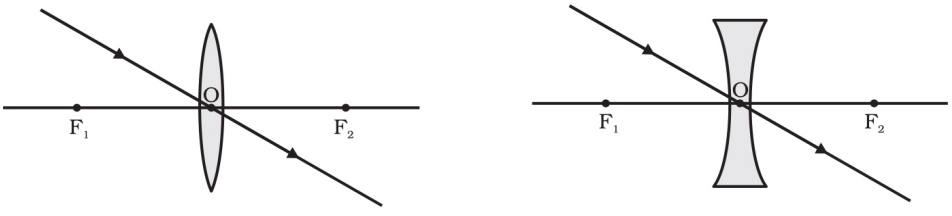
अवतलवीक्षस्य मुख्यप्रकाशे मिलन् इव प्रतीयमानः प्रकाशकिरणः, अपवर्तनात्परं मुख्याक्षस्य समान्तरेण निर्गमिष्यति। एतत् 10.14 (b) चित्रे दर्शितम् अस्ति।



(a) (b)

चित्रम् 10.14

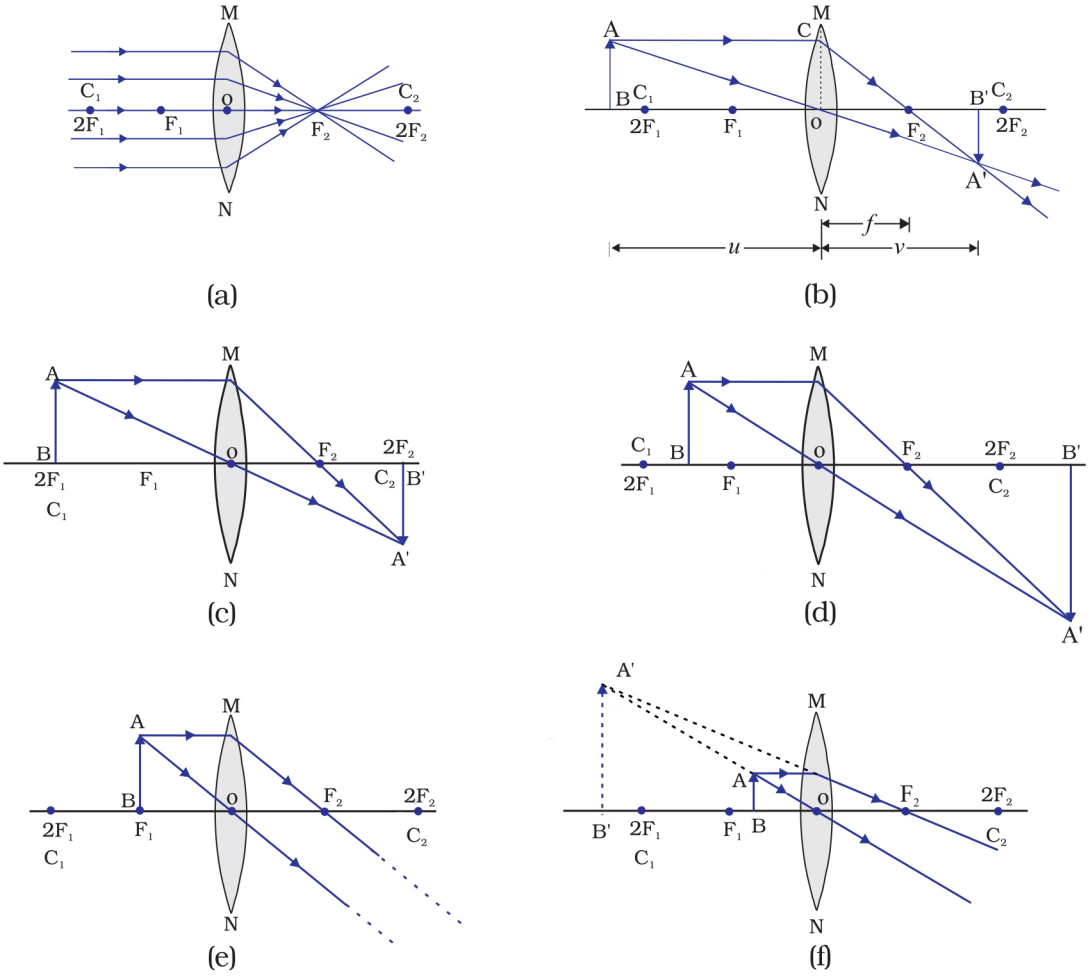
(iii) वीक्षस्य प्राकाशिककेन्द्रात् गच्छन् प्रकाशकिरणः अपवर्तनात्परं विना केनचित् विचलनेन निर्गच्छति। एतत् 10.15 (a) तथा च 10.15 (b) चित्रे दर्शितम् अस्ति।



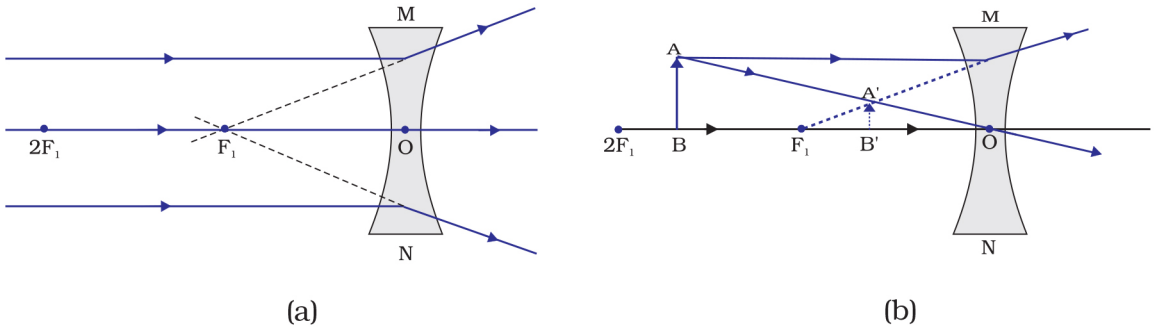
(a) (b)

चित्रम् 10.15

10.16 चित्रे उत्तलवीक्षद्वारा कस्यचित् बिम्बस्य कासुचित् स्थितिषु, प्रतिबिम्बनिर्माणं किरण-आरेखद्वारा दर्शितम् अस्ति। 10.17 चित्रे अवतलवीक्षद्वारा बिम्बस्य विभिन्नस्थितिषु प्रतिबिम्बनिर्माणं किरण-आरेखद्वारा दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 10.16 उत्तलवीक्षद्वारा बिम्बस्य विभिन्नस्थितीनां कृते प्रतिबिम्बस्य स्थितिः, आकारः तथा च प्रकृतिः



चित्रम् 10.17 अवतलवीक्षद्वारा निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः, स्थितिः तथा च आकारः

10.3.4 गोलीयवीक्षाणां कृते चिह्नपद्धतिः

वीक्षाणां कृते, वयं गोलीयदर्पणान् इव चिह्नपद्धतिम् अनुसरिष्यामः। दूरतायाः चिह्नानां निर्धारणाय वयम् अत्र अपि तान् एव नियमान् अनुसरिष्यामः। केवलं, यत्र दर्पणेषु सर्वाः दूरताः तेषां ध्रुवैः

माप्यन्ते तत्र वीक्षेषु सर्वे मापाः तेषां प्राकाशिककेन्द्रात् स्वीक्रियन्ते। पद्धतेः अनुसारम् उत्तलवीक्षाणां प्रकाशदूरता धनात्मिका भवति यर्हि अवतलवीक्षस्य प्रकाशदूरता ऋणात्मिका भवति। भवद्भिः u, v तथा च f, बिम्ब-उच्चतायाः h तथा च प्रतिबिम्ब-उच्चता h' इत्यस्य माने उचितचिह्नानां चयने सावधानता अपेक्षिता।

10.3.7 वीक्षसूत्राणि तथा च आवर्धनानि

यथा अस्माभिः गोलीयदर्पणानां कृते सूत्राणि ज्ञातानि आसन् तथैव गोलीयवीक्षाणां कृते अपि वीक्षसूत्राणि स्थापितानि सन्ति। एतत् सूत्रं बिम्बदूरता (u), प्रतिबिम्बदूरता (v) तथा च प्रकाशदूरता (f) एतेषां मध्ये सम्बन्धं स्थापयति। वीक्षसूत्रं व्यक्तीक्रिते -

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (10.8)$$

उपर्युक्तानि वीक्षसूत्राणि व्यापकानि सन्ति तथा च गोलीयवीक्षस्य कृते, सर्वासु स्थितिषु मान्यानि सन्ति। वीक्षैः सम्बद्धप्रश्नान् समाधातुं वीक्षसूत्रे आङ्किकमानस्य प्रतिष्ठापनसमये विभिन्नराशीनाम् उचितचिह्नानि अवधातव्यानि।

आवर्धनानि

केनचित् वीक्षेण उत्पन्नम् आवर्धनम्, केनचित् गोलीयदर्पणेन उत्पन्न-आवर्धनवत् प्रतिबिम्बस्य उच्चतायाः तथा च बिम्बस्य उच्चतायाः अनुपातरूपेण परिभाष्यते। एतत् m अक्षरेण निरूप्यते। यदि बिम्बस्य उच्चता h स्यात् तथा च वीक्षेण निर्मितस्य प्रतिबिम्बस्य उच्चता h' स्यात्, तदा वीक्षद्वारा उत्पन्नम् आवर्धनं प्राप्तं भविष्यति -

$$m = \frac{\text{प्रतिबिम्बस्य उच्चता}}{\text{बिम्बस्य उच्चता}} = \frac{h'}{h} \qquad (10.9)$$

वीक्षद्वारा उत्पन्नम् आवर्धनम्, बिम्बस्य दूरता u तथा च प्रतिबिम्बदूरता v इत्यनेन अपि सम्बद्धम् अस्ति। एतं सम्बन्धं व्यक्तीकुर्वन्ति,

$$\text{आवर्धनम्}\ (m) = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \qquad (10.10)$$

उदाहरणम् 10.3

कस्यचित् अवतलवीक्षस्य प्रकाशदूरता 15 cm अस्ति। बिम्बः वीक्षात् कियत् दूरे स्थापनीयः यत् एतेन बिम्बस्य वीक्षात् 10 cm दूरे प्रतिबिम्बं निर्मितं भवेत्? वीक्षद्वारा उत्पन्नम् आवर्धनम् अपि अभिजानन्तुI

समाधानानि

अवतलवीक्षद्वारा सदैव आभासि, साक्षात् प्रतिबिम्बं तत्रैव निर्मितं भवति यत्र बिम्बः स्थापितः भवति।

प्रतिबिम्बदूरता v = - 10 cm

प्रकाशदूरता f = - 15 cm

बिम्बदूरता u = ?

यतोहि $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

अथवा $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} - \frac{1}{f}$

$1/u = \frac{1}{-10} - \frac{1}{(-15)} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$

अथवा $\frac{1}{u} = \frac{-3+2}{30} = \frac{1}{-30}$

अथवा u = -30 cm

एतेन एव प्रकारेण बिम्बस्य दूरता 30 cm अस्ति।,

आवर्धनम् $m = \frac{v}{u}$

$m = \frac{-10\ cm}{-30\ cm} = \frac{1}{3} = +0.33$

अत्र धनात्मकं चिह्नम् एतत् दर्शयति यत् प्रतिबिम्बम् ऋजु तथा च आभासि अस्ति। प्रतिबिम्बस्य आकारः बिम्बस्य आकारस्य एक-त्रिभागकः अस्ति।

उदाहरणम् 10.4

कश्चन 2.0 cm दीर्घः बिम्बः 10 cm प्रकाशदूरतायाः कस्यचित् उत्तलवीक्षस्य मुख्याक्षस्य दीर्घवत् स्थापितः अस्ति। बिम्बस्य वीक्षात् दूरता 15 cm अस्ति। प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिं, स्थितिं तथा च आकारम् अभिजानन्तु। एतस्य आवर्धनम् अपि अभिजानन्तु।

समाधानानि

बिम्बस्य उच्चता h = +2.0 cm

प्रकाशस्य दूरता f = +10 cm

बिम्बस्य दूरता u = 15 cm

प्रतिबिम्बस्य-दूरता v = ?

प्रतिबिम्बस्य उच्चता h' = ?

यतोहि $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

अथवा $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$

$\frac{1}{v} = \frac{1}{(-15)} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$

$\frac{1}{v} = \frac{-2+3}{30} = \frac{1}{30}$

अथवा u = + 30 cm

v इत्यस्य धनात्मकचिह्नम् एतत् दर्शयति यत् प्रतिबिम्बं वीक्षस्य प्राकाशिककेन्द्रस्य दक्षिणतः 30 cm दूरे निर्मितं भवति। प्रतिबिम्बं वास्तविकं तथा च विपरीतम् अस्ति।

आवर्धनम् $h = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$

अथवा $h' = h(v/u)$

प्रतिबिम्बस्य उच्चता $h' = (2.0)\ (+30/-15) = -4.0$ cm

आवर्धनम् $m = \frac{+30cm}{-15cm} = -2$

M तथा च h' इत्यस्य ऋणात्मकचिह्नानि एतत् दर्शयन्ति यत् उपर्युक्तवर्णनस्य अनुसारं प्रतिबिम्बं विपरीतं तथा च वास्तविकम् अस्ति। एतत् मुख्याक्षस्य अधः निर्मितं भवति। एवं प्रकारेण एकं वास्तविकं तथा च विपरीतं 4.0 cm दीर्घप्रतिबिम्बं वीक्षस्य दक्षिणतः वीक्षात् 30 cm दूरे निर्मितं भवति। एतत् प्रतिबिम्बं द्विगुणितं विवर्धितम् अस्ति।

10.3.8 वीक्षस्य क्षमता

भवन्तः जानन्ति यत् कस्यचित् वीक्षस्य प्रकाशकिरणानाम् अभिसरणस्य अथवा अपसरणस्य क्षमता तस्य प्रकाशदूरताम् आश्रयति। उदाहरणार्थम्, न्यूनप्रकाशदूरतायाः एकः उत्तलवीक्षः प्रकाशकिरणान् बृहत्कोणात् परावर्त्य तान् प्राकाशिककेन्द्रस्य समीपे प्रकाशितान् करोति। एतेन एव प्रकारेण, न्यूनप्रकाशदूरतायाः एकः अवतलवीक्षः अधिकप्रकाशदूरतायाः वीक्षस्य अपेक्षया प्रकासकिरणान् अधिकम् अपसारयति। केनचित् वीक्षेण प्रकाशकिरणान् अभिसरणस्य अथवा अपसरणस्य मात्रां (degree) तस्य क्षमतारूपेण व्यक्तान् कुर्वन्ति। एतत् P अक्षरेण निरूप्यते। कस्यचित् f प्रकाशदूरतायाः वीक्षस्य क्षमता,

$$P = \frac{1}{f} \qquad (10.11)$$

वीक्षस्य क्षमतायाः SI मात्रा 'डाइऑप्टर' (Dioptre) अस्ति। एतत् D अक्षरेण दर्श्यते। यदि f शम्बे व्यक्तं भवेत् तर्हि क्षमता डाइऑप्टर-मध्ये व्यक्तीक्रियते। एवं प्रकारेण 1 डाइऑप्टर तस्य वीक्षस्य क्षमता अस्ति यस्य प्रकाशदूरता 1 शम्बः स्यात्। 1D = 1m-1। भवन्तः अभिलेखितुं शक्नुवन्ति यत् उत्तलवीक्षस्य क्षमता धनात्मिका तथा च अवतलवीक्षस्य क्षमता ऋणात्मिका भवति।

उपनेत्रस्य निर्मातारः यदा संशोधितं वीक्षं निर्धारयन्ति तदा तेषां क्षमतायाः उल्लेखं कुर्वन्ति। चिन्तयन्तु निर्धारितस्य वीक्षस्य क्षमता +2.0 D अस्ति।

अस्यार्थः अस्ति यत् निर्धारितः वीक्षः उत्तलः अस्ति तथा च तस्य प्रकाशदूरता +0.50 m अस्ति। एतेन एव प्रकारेण, -2.5 D क्षमतायाः वीक्षस्य प्रकाशदूरता -0.40 m भवति। एषः वीक्षः अवतलः भवति।

एतदपि जानन्तु

अनेकेषु प्रकाशिकयन्त्रेषु बहवः वीक्षाः युक्ताः भवन्ति। ते प्रतिबिम्बम् अधिकं विशालं तथा च सुस्पष्टं निर्मातुं संयोज्यन्ते। एवं प्रकारेण सम्पर्के स्थापितानां वीक्षाणां सम्पूर्णक्षमता (p) तेषां वीक्षाणां पृथक् पृथक् क्षमतानां (P1, P2, P3, … इत्यादीनां) बीजगणितीयः योगः भवति। यथा P= P1+ P2+ P3+…

उपनेत्रस्य निर्मातॄणां कृते, वीक्षाणां प्रकाशदूरतायाः स्थाने क्षमतानाम् उपयोगः अतीव सुकरः अस्ति। नेत्रपरीक्षणसमये उपनेत्रस्य निर्मातृभिः ज्ञातक्षमतावतां संशोधितानां वीक्षाणाम् अनेकानि संयोजनानि पृथक् पृथक् सम्पर्के संस्थाप्य, उपनेत्राणां परीक्षके आबन्धे स्थाप्यन्ते। उपनेत्रस्य निर्मातारः आवश्यकवीक्षस्य क्षमतायाः गणनां सरलबीजगणितयोगद्वारा कुर्वन्ति। उदाहरणार्थम्, +2.0 D तथा च +0.25 D क्षमतावतोः द्वयोः वीक्षयोः संयोजनं +2.25 D क्षमतायाः एकवीक्षस्य तुल्यः भवति। वीक्षक्षमतानां योज्यतायाः एतस्य गुणधर्मस्य उपयोगः, एकलवीक्षद्वारा निर्मितेषु प्रतिबिम्बेषु केषाञ्चन दोषाणां न्यूनीकरणे कर्त्तुं शक्यते। बहून् वीक्षान् परस्परं सम्पर्के स्थापयित्वा निर्मितानां वीक्षनिकानायाम् उपयोगः सामान्यतः चित्रग्राहकस्य वीक्षस्य तथा च सूक्ष्मदर्शिनां तथा च दूरदर्शकानाम् अभिदृश्यकानाम् अभिकल्पेषु क्रियते।

प्रश्नाः

1. कस्यचित् वीक्षस्य 1 डाइऑप्टर क्षमतायाः परिभाषां कुर्वन्तु।
2. कश्चन उत्तलवीक्षः कस्याश्चित् सूच्याः वास्तविकं तथा च विपरीतं प्रतिबिम्बं तस्मात् वीक्षात् 50 cm दूरं निर्माति। एषा सूची, उत्तलवीक्षस्य समक्षे कुत्र स्थापिता अस्ति, यदि एतस्य प्रतिबिम्बं तादृशे एव आकारे निर्मितं भवति यादृशः आकारः बिम्बस्य अस्ति। वीक्षस्य क्षमताम् अपि अभिजानन्तु।
3. 2 m प्रकाशदूरतावतः कस्यचित् अवतलवीक्षस्य क्षमताम् अभिजानन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- प्रकाशः सरलरेखायां गच्छन् प्रतीयते।
- दर्पणः तथा च वीक्षः वस्तूनां प्रतिबिम्बं निर्माति। बिम्बस्य स्थितेः अनुसारं प्रतिबिम्बं वास्तविकम् अथवा आभासि भवितुं शक्नोति।
- सर्वविधानि परावर्तिपृष्ठानि परावर्तनस्य नियमान् पालयन्ति। अपवर्तिपृष्ठानि अपवर्तनस्य नियमान् पालयन्ति।
- गोलीयदर्पणानां तथा च वीक्षाणां कृते कार्तीयचिह्नपद्धतिः अनुस्रियते।
- दर्पणसूत्रम् $1/v + 1/u = 1/f$, बिम्बस्य दूरता (u), तथा च ; गोलीयदर्पणस्य प्रकाशदूरता (f) मध्ये सम्बन्धं दर्शयति।

- कस्यचित् गोलीयदर्पणस्य प्रकाशदूरता तस्य वक्रतात्रिज्यायाः अर्धं भवति।
- केनचित् गोलीयदर्पणेन उत्पन्नम् आवर्धनम्, प्रतिबिम्बस्य उच्चतायाः तथा च बिम्बस्य उच्चतायाः अनुपातः भवति।
- सघनमाध्यमात् विरलमाध्यमे तिर्यक् गामी कश्चन प्रकाशकिरणः अभिलम्बात् परम् अवनतः भवति। विरलमाध्यमात् सघनमाध्यमे तिर्यक् गामिनः प्रकाशकिरणाः अभिलम्बं प्रति अवनताः भवन्ति।
- निर्वाते 3 x 108m s-1 प्रकाशः अत्यधिकगत्या गच्छति। विभिन्नमाध्यमेषु प्रकाशस्य गतिः भिन्ना भिन्ना भवति।
- कस्यचित् पारदर्शिमाध्यमस्य अपवर्तनाङ्कः प्रकाशस्य निर्वाते गतेः तथा च प्रकाशस्य माध्यमे गतेः अनुपातः भवति।
- कस्यचित् आयताकारस्य काचफलकस्य प्रकरणे, अपवर्तनं वायुकाचस्य अन्तरापृष्ठे काचवायोः अन्तरापृष्ठे द्वयोः भवति। निर्गतः किरणः आपतितस्य किरणस्य दिशः समान्तरः भवति।
- वीक्षसूत्रम् $1/v - 1/u = 1/f$, बिम्बस्य दूरता (u), प्रतिबिम्बस्य दूरता (v) तथा च गोलीयवीक्षस्य प्रकाशदूरता (f) मध्ये सम्बन्धं दर्शयति।
- कस्यचित् वीक्षस्य क्षमता तस्य प्रकाशदूरतायाः व्युत्क्रमः भवति। वीक्षस्य क्षमतायाः SI मात्रकं डाइऑप्टर अस्ति।

अभ्यासः

1 निम्नेषु कः पदार्थः वीक्षनिर्माणस्य कृते प्रयोक्तुं न शक्यते?

(क) जलम् (ख) काचः (ग) सुनम्यम् (घ) मृत्तिका

2 कस्यचित् बिम्बस्य अवतलदर्पणद्वारा निर्मितं प्रतिबिम्बम् आभासि, सरलं तथा च बिम्बात् विशालं प्राप्तम्। वस्तुनः स्थितिः कुत्र भवेत्?

(a) मुख्यप्रकाशस्य तथा च वक्रताकेन्द्रस्य मध्ये
(b) वक्रताकेन्द्रे
(c) वक्रताकेन्द्रात् ऊर्ध्वम्
(d) दर्पणस्य ध्रुवे तथा च मुख्यप्रकाशस्य मध्ये

3 कस्यचित् बिम्बस्य वास्तविकं तथा च समानाकारकं प्रतिबिम्बं प्राप्तुं बिम्बम् उत्तलवीक्षस्य पुरतः कुत्र स्थापनीयम्?

(a) वीक्षस्य मुख्यप्रकाशे
(b) प्रकाशदूरतायाः द्विगुणितदूरतायाम्
(c) अनन्ते
(d) वीक्षस्य प्राकाशिककेन्द्रस्य तथा च मुख्यप्रकाशस्य मध्ये

4 कस्यचित् गोलीयदर्पणस्य तथा च कस्यचित् कृशगोलीयवीक्षस्य द्वयोः प्रकाशदूरता -15 cm अस्ति। दर्पणः तथा च वीक्षः सम्भवतः स्तः-

(a) द्वौ अपि अवतलौ
(b) द्वौ अपि उत्तलौ
(c) दर्पणः अवतलः तथा च वीक्षः उत्तलः

दर्पणः उत्तलः तथा च वीक्षः अवतलः

5 कस्माच्चित् दर्पणात् भवन्तः कियति अपि दूरे स्थिताः स्युः, भवतां प्रतिबिम्बं सदैव ऋजु प्रतीयते। सम्भवतः दर्पणः अस्ति-

केवलं समतलः

केवलम् अवतलः

केवलम् उत्तलः

समतलः अथवा उत्तलः

6 कस्मिंश्चित् शब्दकोशे प्राप्तानां लघूनाम् अक्षराणां पठनसमये भवन्तः निम्नेषु कं वीक्षम् इच्छन्ति?

50 cm प्रकाशदूरतायाः एकः उत्तलः वीक्षः

50 cm प्रकाशदूरतायाः एकः अवतलः वीक्षः

5 cm प्रकाशदूरतायाः एकः उत्तलः वीक्षः

5 cm प्रकाशदूरतायाः एकः अवतलः वीक्षः

7 15 cm प्रकाशदूरतायाः एकस्य अवतलदर्पणस्य उपयोगं कृत्वा कस्यचित् बिम्बस्य ऋजु प्रतिबिम्बं निर्मातुम् इच्छामः। बिम्बस्य दर्पणात् परिसरस्य दूरता का भवेत्? प्रतिबिम्बस्य प्रकृतिः कीदृशी अस्ति? प्रतिबिम्बं बिम्बात् विशालम् अस्ति अथवा लघु? एतस्यां स्थितौ प्रतिबिम्बनिर्माणस्य एकं किरण-आरेखं निर्मान्तु।

8 निम्नस्थितिषु प्रयुक्तानां दर्पणानां प्रकारं वदन्तु-

कस्यचित् कारयानस्य अग्रदीपः

कस्यचित् वाहनस्य पार्श्व/पश्च-दृश्यदर्पणः

सौरभ्राष्ट्रम्

स्वस्य उत्तराणां कारणसहितं पुष्टिं कुर्वन्तु।

9 कस्यचित् उत्तलवीक्षस्य अर्धभागः कृष्णकर्गदेन आच्छादितः। किम् एषः वीक्षः कस्यचित् बिम्बस्य पूर्णं प्रतिबिम्बं निर्मातुं शक्ष्यति स्वस्य उत्तरस्य प्रयोगद्वारा परीक्षणं कुर्वन्तु। स्वस्य प्रेक्षणानां व्याख्यां कुर्वन्तु।

10 5 cm दीर्घः कश्चन बिम्बः 10 cm प्रकाशदूरतायाः कस्माच्चित् अभिसारिवीक्षात् 25 cm दूरे स्थापितः भवति। प्रकाशकिरण-आरेखं कर्षित्वा जायमानानां प्रतिबिम्बानां स्थितिम्, आकारं तथा च प्रकृतिम् अभिजानन्तु।

11 5 cm प्रकाशदूरतायाः कश्चन अवतलः वीक्षः कस्यचित् बिम्बस्य प्रतिबिम्बं वीक्षात् 10 cm दूरे निर्माति। बिम्बः वीक्षात् कियत् दूरे स्थितः अस्ति? किरणा-आरेखं कर्षन्तु ।

12 15 cm प्रकाशदूरतायाः कस्माच्चित् उत्तलदर्पणात् कश्चन बिम्बः 10 cm दूरे स्थापितः अस्ति। प्रतिबिम्बस्य स्थितिं तथा च प्रकृतिम् अभिजानन्तु।

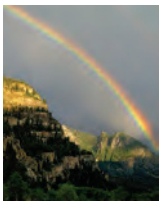
13 एकेन समतलदर्पणेन उत्पन्नम् आवर्धनम् +1 अस्ति। एतस्य कः अर्थः?

14 5.0 cm दीर्घतायाः कश्चन बिम्बः 30 cm वक्रतात्रिज्यायाः कस्यचित् उत्तलदर्पणस्य पुरतः 20 cm दूरे स्थापितः अस्ति। प्रतिबिम्बस्य स्थितिं, प्रकृतिं तथा च आकारम् अभिजानन्तु।

15 7.0 cm आकारस्य कश्चन बिम्बः 18 cm प्रकाशदूरतायाः कस्यचित् अवतलदर्पणस्य पुरतः 27 cm दूरे स्थापितः। दर्पणात् कियत् दूरे कामपि जवनिकां स्थापयेम यत् वस्तुनः स्पष्टं प्रकाशितं प्रतिबिम्बं प्राप्तुं शक्येत। प्रतिबिम्बस्य आकारं तथा च प्रकृतिम् अभिजानन्तु।

16 तस्य वीक्षस्य प्रकाशदूरताम् अभिजानन्तु यस्य क्षमता -2.0 D अस्ति। एषः कीदृशः वीक्षः अस्ति?

17 कश्चन वैद्यः +1.5 D क्षमतायाः संशोधकं वीक्षं निर्धारयति। वीक्षस्य प्रकाशदूरताम् अभिजानन्तु। किं निर्धारितः वीक्षः अभिसारी अस्ति अथवा अपसारी?



एकादशः अध्यायः

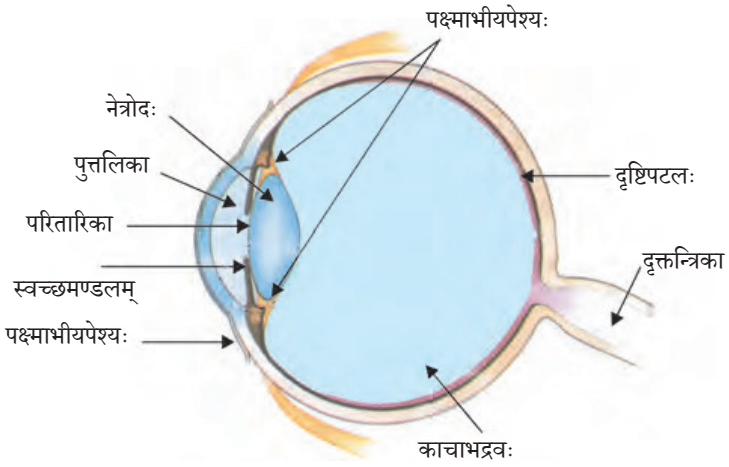
मानवनेत्रं तथा च वर्णमयः संसारः

गते अध्याये भवन्तः वीक्षद्वारा प्रकाशस्य अपवर्तनविषये अध्ययनं कृतवन्तः। भवन्तः वीक्षद्वारा निर्मितानां प्रतिबिम्बानां प्रकृतेः, स्थितेः तथा च तेषाम् अपेक्षितस्य आकारस्य विषये अपि अध्ययनं कृतवन्तः। एतत् ज्ञानं मानवनेत्रस्य अध्ययने अस्माकं सहायतां केन प्रकारेण कर्त्तुं शक्नोति? मानवनेत्रं प्रकाशस्य उपयोगं करोति तथा च अस्मान् परितः वस्तूनि द्रष्टुम् अस्मान् समर्थान् करोति। एतस्य संरचनायाम् एकः वीक्षः भवति । मानवनेत्रेषु वीक्षस्य किं प्रकार्यम् अस्ति? उपनेत्रेषु प्रयुज्यमानाः वीक्षाः दृष्टिदोषान् केन प्रकारेण संशोधयन्ति? एतस्मिन् अध्याये वयम् एतेषु प्रश्नेषु एव विचारं करिष्यामः।

गते अध्याये वयं प्रकाशस्य तथा च एतस्य केषाञ्चन गुणानां विषये अध्ययनं कृतवन्तः आस्म। एतस्मिन् अध्याये वयम् एतासां धारणानां प्रकृतौ केषाञ्चन प्रकाशीय-परिघटनानाम् अध्ययने उपयोगं करिष्यामः। वयम् इन्द्रधनुषः निर्माणस्य, श्वेतप्रकाशस्य वर्णेषु परिक्षेपितस्य तथा च आकाशस्य नीलवर्णस्य विषये अपि चर्चां करिष्यामः।

11.1 मानवनेत्रम्

मानवनेत्रम् अतिमूल्यवत् तथा च सुग्राहि ज्ञानेन्द्रियम् अस्ति। एतत् अस्मान् अद्भुतसंसारं तथा च अस्मान् परितः वर्णान् द्रष्टुं योग्यान् करोति। नेत्रं पिधाय वयं वस्तूनां गन्धेन, स्वादेन, तैः उत्पन्नध्वनिना अथवा तान् स्पृष्ट्वा, काञ्चित् सीमां यावत् अभिज्ञातुं शक्नुमः। तथापि नेत्राणि पिधाय वर्णानाम् अभिज्ञानम् असम्भवम्। एवं प्रकारेण सर्वेषु ज्ञानेन्द्रियेषु मानवस्य नेत्रं सर्वाधिकं महत्त्वपूर्णम् अस्ति, यतोहि एतत् अस्मान् परितः विद्यमानं वर्णमयं संसारं द्रष्टुं योग्यान् करोति।



चित्रम् 11.1 मानवनेत्रम्

मानवनेत्रं चित्रग्राहि इव अस्ति। एतस्य वीक्षनिकायः काचित् प्रकाशसुग्राहिणी जवनिका, या दृष्टिपटलः कथ्यते, तस्मिन् प्रतिबिम्बं निर्माति। प्रकाशः एकस्याः सूक्ष्मझिल्लिकायाः भूत्वा नेत्रे प्रविशति। एषा झिल्लिका श्वेतपटलम् अथवा स्वच्छमण्डलं कथ्यते। 11.1 चित्रे दर्शितानुसारम् एषा झिल्लिका नेत्रगोलकस्य अग्रभागे काञ्चित् पारदर्शिप्रफुल्लतां निर्माति। नेत्रगोलकस्य

आकृतिः प्रायः वर्तुला भवति तथा च एतस्य व्यासः प्रायः 2.3 cm भवति। नेत्रे प्रविशतां प्रकाशकिरणानां प्रायशः अपवर्तनं श्वेतपटलात् बाह्ये पृष्ठे भवति। माणभीयवीक्षः केवलं विभिन्नदूरतासु स्थापितानि वस्तूनि श्वेतपटले प्रकाशितानि कर्तुम् आवश्यकप्रकाशदूरतायां सूक्ष्मं समायोजनं करोति। श्वेपटलस्य पृष्ठे एका संरचना भवति या परितारिका कथ्यते। परितारिका गभीरा पेशीया शरीरमध्यदेशीया भवति या पुत्तलिकायाः आकारं नियन्त्रयति। अभिनेत्रवीक्षः श्वेतपटले कस्यचित् वस्तुनः विपरीतं तथा च वास्तविकं प्रतिबिम्बं निर्माति। श्वेतपटलः काचित् सूक्ष्मझिल्लिका भवति यस्यां बृहत्संङ्ख्यायां प्रकाशसुग्राहिकोशिकाः भवन्ति। प्रदीप्तायां सत्यां प्रकाशसुग्राहिकोशिकाः सक्रियाः भवन्ति तथा च विद्युत्सङ्केतान् उत्पादयन्ति। एते सङ्केताः दृक्तन्त्रिकाद्वारा मस्तिष्कपर्यन्तं प्रापिताः भवन्ति। मस्तिष्कम् एतान् सङ्केतान् व्याख्याति तथा च अन्ततः एतां सूचनां संसाधयति येन वयं किमपि वस्तु यथा भवति, तथैव पश्यामः।

एतदपि जानन्तु?

दृष्टितन्त्रस्य कस्यचित् अपि भागस्य क्षतिग्रस्तत्वेन अथवा कुसङ्क्रियाभिः दृष्टिप्रकार्येषु सार्थकक्षतिः भवितुं शक्नोति। उदाहरणार्थं प्रकाशसञ्चरणे सम्मिलिता काचित् संरचना (यथा श्वेतपटलः, पुत्तलिका, अभिनेत्रवीक्षाः, नेत्रोदः तथा च काचाभद्रवः) अथवा दृष्टिपटलवत् संरचना (या प्रकाशं विद्युत्सङ्केते परिवर्तनाय उत्तरदायिनी अस्ति), अथवा दृक्तन्त्रिका (या एतान् सङ्केतान् मस्तिष्कपर्यन्तं प्रापयति), अपि यदा क्षतिग्रस्ता भवति तदा चाक्षुषविकृतिम् उत्पादयति। भवद्भिः अनुभूतं स्यात् यत् यदा भवन्तः तीव्रप्रकाशात् मन्दप्रकाशिते प्रकोष्ठे प्रवेशं कुर्वन्ति, तदा आरम्भे किञ्चित् कालं यावत् भवन्तः तस्य प्रकोष्ठस्य वस्तूनि द्रष्टुं नैव शक्नुवन्ति। तथापि, किञ्चित्कालानन्तरं भवन्तः तस्यैव मन्दप्रकाशितस्य प्रकोष्ठस्य वस्तूनि द्रष्टुं शक्नुवन्ति। नेत्रस्य पुत्तलिका परिवर्तिद्वारकः इव कार्यं करोति यस्य आकारः परितारिकायाः साहाय्येन परिवर्तयितुं शक्यते। यदा प्रकाशः अतीव आभासितः भवति तदा परितारिका सङ्कुचिता भूत्वा पुत्तलिकां लघु करोति येन नेत्रे न्यूनः प्रकाशः प्रविशेत्। किन्तु यदा प्रकाशः मन्दः भवति तदा परितारिका विस्तृता भूत्वा पुत्तलिकां बृहत् करोति येन नेत्रे अधिकप्रकाशः प्रविशेत्। एवं प्रकारेण मन्दप्रकाशे परितारिकायाः शैथिल्येन पुत्तलिका पूर्णरूपेण उद्घटिता भवति।

11.1.1 समायोजनक्षमता

अभिनेत्रवीक्षः तन्तुमयेन अवलेहसदृशेन पदार्थेन निर्मितः भवति। एतस्य वक्रतायां काञ्चित् सीमां यावत् पक्ष्माभीयपेशीद्वारा रूपान्तरणं कर्तुं शक्यते। अभिनेत्रवीक्षस्य वक्रतायां परिवर्तनान्तरम् एतस्य प्रकाशदूरता अपि परिवर्तिता भवति। यदा पेश्यः शिथिलाः भवन्ति तदा अभिनेत्रवीक्षः सूक्ष्मः भवति। एवं प्रकारेण एतस्य प्रकाशदूरता वर्धते। एतस्यां स्थितौ वयं दूरे स्थापितानि वस्तूनि स्पष्टरूपेण द्रष्टुं समर्थाः भवामः। यदा भवन्तः नेत्रसमीपस्थानि वस्तूनि पश्यन्ति तदा पक्ष्माभीयपेश्यः सङ्कुचिताः भवन्ति। एतेन अभिनेत्रवीक्षस्य वक्रता वर्धते। अभिनेत्रवीक्षः अधुना स्थूलः भवति। परिणामस्वरूपेण, अभिनेत्रवीक्षस्य प्रकाशदूरता क्षीणा भवति। एतेन वयं समीपे स्थापितानि वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नुमः।

अभिनेत्रवीक्षस्य सा क्षमता यस्याः कारणेन सः स्वप्रकाशदूरतां समयोजयति तत् समायोजनं कथ्यते। तथापि

अभिनेत्रवीक्षस्य प्रकाशदूरता निश्चिततः न्यूनतमसीमातः न्यूनः न भवति। किञ्चन मुद्रितं पृष्ठं नेत्रस्य अतीव समीपे स्थापयित्वा तत् पठितुं प्रयत्नं कुर्वन्तु। भवन्तः अनुभविष्यन्ति यत् प्रतिबिम्बं धूमिलम् अस्ति अथवा एतेन भवतां नेत्रे आततिः भवति। किमपि वस्तु श्रमं विना सुस्पष्टं द्रष्टुं भवद्भिः एतत् स्वनेत्राभ्यां न्यूनातिन्यूनं 25 cm दूरे स्थापनीयं भविष्यति। सा न्यूनतमदूरता यस्यां स्थापितं किमपि वस्तु विना कामपि आततिं स्पष्टरूपेण द्रष्टुं शक्यते, सा स्पष्टरूपेण दर्शनस्य अल्पतमदूरता कथ्यते। एतत् नेत्रस्य निकटबिन्दुः इत्यपि कथ्यते। कस्याश्चित् समान्यदृष्टेः तरुणवयस्कस्य कृते निकटबिन्दोः नेत्रात् दूरं प्रायः 25 cm भवति। सः दूरतमबिन्दुः यत्र पर्यन्तं किमपि नेत्रं वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नोति, नेत्रस्य दूरबिन्दुः (for point) कथ्यते। समान्यनेत्रस्य कृते एतत् अतीव दूरे भवति। एवं प्रकारेण, भवन्तः अभिलेखितुं शक्नुवन्ति यत् एकं सामान्यं नेत्रं 25 cm तः अनन्तदूरतां यावत् स्थापितानि सर्वाणि वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नोति।

कदाचित् अधिकायुषां केषाञ्चन जनानां नेत्रस्य माणभीयवीक्षः दुग्धवत् तथा च धूमिलः भवति। एषा स्थितिः सुक्ताबिन्दुः कथ्यते। एतस्य कारणेन नेत्रस्य दृष्टौ न्यूनता अथवा पूर्णरूपेण दृष्टिः क्षीणा भवति। सुक्ताबिन्दोः शल्यक्रियायाः पश्चात् दृष्टेः पुनः आगमनं सम्भवति।

एतदपि जानन्तु?

दृष्टेः कृते अस्माकं द्वे नेत्रे किमर्थं स्तः, केवलम् एकमेव किमर्थं न?

एकस्य नेत्रस्य अपेक्षया द्वयोः नेत्रयोः अनेके लाभाः सन्ति। एतेन अस्माकं दृष्टिक्षेत्रं विस्तृतं भवति। मानवस्य एकनेत्रस्य क्षैतिजं दृष्टिक्षेत्रं प्रायः 150o भवति यर्हि द्वाभ्यां नेत्राभ्याम् एतत् प्रायः 180o गच्छति। वस्तुतः, कस्यचित् मन्दप्रकाशितस्य वस्तुनः संसूचनस्य सामर्थ्यम् एकस्य अपेक्षया द्वाभ्यां संसूचकाभ्यां वर्धते। आखेटकजन्तूनां द्वे नेत्रे प्रायः तेषां शिरसि विपरीतदिशि स्थिते भवतः येन ते अधिकतमं विस्तृतं दृष्टिक्षेत्रं प्राप्तुं शक्नुयाताम्। परन्तु अस्माकं द्वे नेत्रे शिरसि पुरतः प्रति स्थिते भवतः। एवं प्रकारेण अस्माकं दृष्टिक्षेत्रं तु न्यूनं भवति किन्तु अस्माभिः त्रिविमचाक्षुष्कस्य लाभः प्राप्यते। एकं नेत्रं पिदधतु, भवद्भिः संसारः समतलः केवलं द्विविमः अनुभूतः भविष्यति। द्वे नेत्रे उद्घाटयन्तु, भवद्भिः संसारस्य वस्तुषु गभीरतायाः तृतीयविमा द्रक्ष्यते। यतोहि अस्माकं नेत्रयोः मध्ये सेण्टीमीटर इत्यस्य पृथक्ता भवति, अतः प्रत्येकं नेत्रं कस्यचित् वस्तुनः किञ्चित् भिन्नं प्रतिबिम्बं पश्यति। अस्माकं मस्तिष्कं द्वयोः प्रतिबिम्बयोः संयोजनं कृत्वा एकं प्रतिबिम्बं निर्माति। एवं प्रकारेण अतिरिक्तसूचनायाः उपयोगं कृत्वा वयम् एतत् वदामः यत् किञ्चित् वस्तु अस्माकं कियत् समीपे अस्ति अथवा दूरे।

11.2 दृष्टिदोषाः तथा च तेषां संशोधनम्

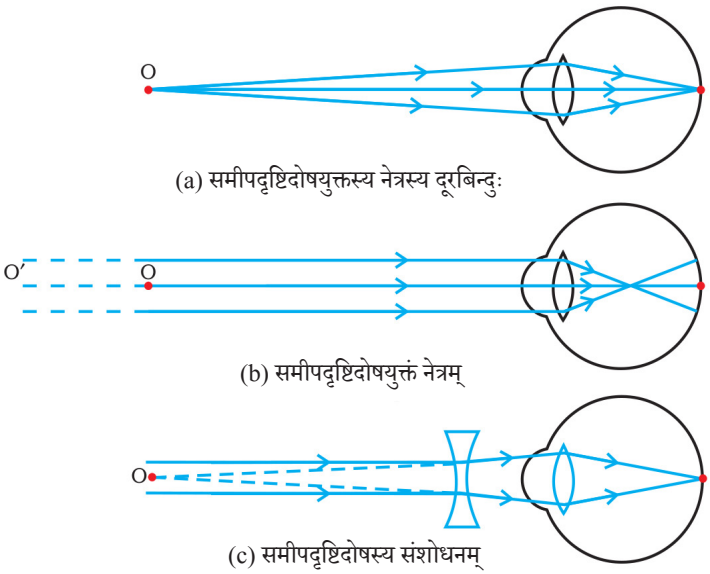
कदाचित् नेत्रं शनैः शनैः स्वसमायोजनक्षमतां विलोपयितुं शक्नोति। एतादृशीषु स्थितिषु, जनाः वस्तूनि अनायासेन, स्पष्टतया द्रष्टुं न शक्नुवन्ति। नेत्रे अपवर्तनदोषाणां कारणेन दृष्टिः धूमिला भवति।

मुख्यरूपेण दृष्टेः त्रयः समान्याः अपवर्तनदोषाः भवन्ति। एते दोषाः (i) समीपदृष्टिः (Myopia), (ii) दीर्घदृष्टिः (Hy permetropia) तथा च (iii) जरादूरदृष्टिः (Presbyopia) एते दोषाः उत्तमगोलीयवीक्षस्य

उपयोगेन संशोधयितुं शक्यन्ते। वयम् एतेषां दोषाणां तथा च तेषां संशोधनविषये सङ्क्षेपेण अधः चर्चां करिष्यामः।

(a)समीपदृष्टिदोषः

समीपदृष्टिदोषः समीदृष्टिता (near sightedness) इत्यपि कथ्यते। समीपदृष्टिदोषयुक्तः कश्चन जनः समीपे स्थापितानि वस्तूनि तु स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नोति, किन्तु दूरे स्थापितानि वस्तूनि सः स्पष्टतया द्रष्टुं न शक्नोति। एतादृशस्य दोषयुक्तजनस्य दूरबिन्दुः अनन्ते अभूत्वा नेत्रस्य समीपे आगच्छति। एतादृशः जनः मीटरदूरे स्थापितानि वस्तूनि एव स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नोति। समीपदोषयुक्ते नेत्रे, किञ्चित् दूरे स्थापितानां वस्तूनां प्रतिबिम्बं दृष्टिपटले (रेटिना) अभूत्वा (11.2 (b) चित्रम्), दृष्टिपटलस्य पुरतः भवति। एतस्य दोषस्य उत्पत्तेः कारणानि सन्ति (क) अभिनेत्रवीक्षस्य वक्रतायाः अधिकता अथवा (ख) नेत्रगोलकस्य दीर्घता। एषः दोषः कस्याश्चित् उपयुक्तक्षमतायाः अवतलवीक्षस्य (अपसारिवीक्षस्य) उपयोगेन संशोधयितुं शक्यते। एतत् 11.2 (ग) चित्रे दर्शितम् अस्ति। उपयुक्तक्षमतायाः अवतलवीक्षः वस्तुनः प्रतिबिम्बं पुनः दृष्टिपटले आनयति, तथा च एवं प्रकारेण एषः दोषः संशोधितः भवति।



(a) समीपदृष्टिदोषयुक्तस्य नेत्रस्य दूरबिन्दुः

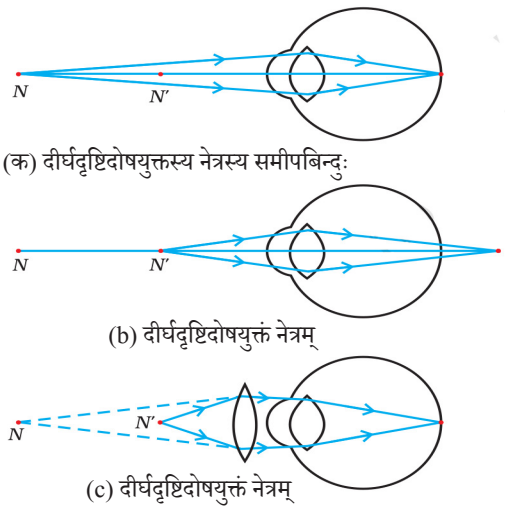
(b) समीपदृष्टिदोषयुक्तं नेत्रम्

(c) समीपदृष्टिदोषस्य संशोधनम्

चित्रम् 11.2 (a), (b) समीपदृष्टिदोषयुक्तानि नेत्राणि (c) अवतलकाचस्य उपयोगेन समीपदृष्टेः संशोधनम्

(b) दीर्घदृष्टिदोषाः

दीर्घदृष्टिदोषः दूरदृष्टिता (far sightedness) अपि कथ्यते। दूरदृष्टिदोषयुक्तः कश्चन जनः दूरस्थवस्तूनि तु स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नोति, किन्तु समीपे स्थापितानि वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं न शक्नोति। एतादृशदोषयुक्तजनस्य समीपबिन्दुः सामान्यसमीपबिन्दोः (25 cm) दूरम् अपसरति। एतादृशः जनः अनायासेन स्पष्टतया च पठितुं पठनसामग्री नेत्रात् 25 cm बहु अधिकदूरे स्थापनीया भवति। एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् समीपे स्थापितवस्तुनः आगामिप्रकाशकिरणाः दृष्टिपटलस्य पृष्ठतः प्रकाशिताः भवन्ति, यथा 11.3 (ख) चित्रे दर्शितम् अस्ति। एतस्य दोषस्य उत्पत्तेः कारणानि सन्ति (क) अभिनेत्रवीक्षस्य प्रकाशदूरतायाः अधिकता अथवा (ख) नेत्रगोलकस्य लघुता। एषः दोषः उपयुक्तक्षमतायाः अभिसारिवीक्षस्य (उत्तलवीक्षस्य) उपयोगं कृत्वा संशोधयितुं शक्यते। एतत् 11.3 (ग) चित्रे दर्शितम् अस्ति। उत्तलवीक्षयुक्तानि उपनेत्राणि दृष्टिपटले वस्तुनः प्रतिबिम्बस्य प्रकाशनाय आवश्यकीम् अतिरिक्तां क्षमतां प्रददति।



(क) दीर्घदृष्टिदोषयुक्तस्य नेत्रस्य समीपबिन्दुः

(b) दीर्घदृष्टिदोषयुक्तं नेत्रम्

(c) दीर्घदृष्टिदोषयुक्तं नेत्रम्

चित्रम् 11.3 (a), (b) दीर्घदृष्टिदोषयुक्तं नेत्रं, तथा च (c) दीर्घदृष्टिदोषाणां संशोधनम्

(c) जरादूरदृष्टिता

आयुषि वृद्ध्या सह मानवनेत्राणां समायोजनक्षमता क्षीणा भवति। अधिकांशजनानां

समीपबिन्दुः दूरम् अपसरति। संशोधकानि उपनेत्राणि विना ते समीपवस्तूनि अनायासेन स्पष्टतया दर्शने कठिनता भवति। एषः दोषः जरादूरदृष्टिदोषः कथ्यते। एषः पक्ष्माभपेशीनां शनैः शनैः दुर्बलतायां तथा च माणभीयवीक्षस्य सक्रियतायां न्यूनतायाः कारणेन उत्पन्नः भवति। कदाचित् कस्यचित् जनस्य नेत्रे द्विधा अपि दोषाः समीपदृष्टिदोषाः तथा च दूरदृष्टिदोषाः भवितुं शक्नुवन्ति। एतादृशजनानां कृते वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं प्रायः द्विप्रकाशकवीक्षस्य (Bi-focal lens) आवश्यकता भवति। सामान्यप्रकारकेषु द्विप्रकाशकवीक्षेषु अवतलः तथा च उत्तलः द्वौ वीक्षौ भवतः। उपरितनः भागः अवतलकाचः भवति। एषः दूरस्थवस्तूनां स्पष्टतया दर्शने सहायतां करोति। अधस्तनः भागः उत्तलवीक्षः भवति। एषः समीपवस्तूनां स्पष्टतया दर्शने सहायकः भवति।

अद्यत्वे संस्पर्शवीक्षः (contact lens) अथवा शल्यचिकित्सया दृष्टिदोषाणां संशोधनं सम्भवति।

प्रश्नाः

1 नेत्रस्य समायोजनक्षमतया कः अभिप्रायः अस्ति?

2 समीपदृष्टिदोषस्य कश्चित् जनः 1.2 m तः अधिकदूरे स्थापितानि वस्तूनि स्पष्टतया द्रष्टुं न शक्नोति। एतं दोषं निवारयितुं प्रयुक्ताः संशोधकवीक्षाः कीदृशाः भवेयुः?

3 मानवनेत्राणां सामान्यदृष्ट्यर्थं दूरबिन्दुः तथा च समीपबिन्दुः नेत्राभ्यां कियत् दूरे भवति?

4 अन्तिमपङ्क्तौ स्थितस्य कस्यचित् विद्यार्थिनः श्यामपट्टे लिखितस्य पठने कठिनता भवति। एषः विद्यार्थी केन दृष्टिदोषेण पीडितः अस्ति? एतत् केन प्रकारेण संशोधयितुं शक्यते?

11.3 सङ्क्षेत्रात् प्रकाशस्य अपवर्तनम्

भवन्तः अधीतवन्तः सन्ति यत् एकस्य वर्तुलकाचस्य फलकात् गमनेन प्रकाशः केन प्रकारेण अपवर्तितः भवति। समान्तर-अपवर्तकपृष्ठानां कृते, यथा काचस्य फलके भवति, अपवर्तिताः किरणाः आपतितकिरणानां समान्तराः भवन्ति। तथापि, पार्श्वे एते किञ्चित् विस्थापिताः भवन्ति। कस्माच्चित् पारदर्शिसङ्क्षेत्रात् गमनेन प्रकाशः केन प्रकारेण अपवर्तितः भविष्यति? काचस्य एकस्मिन् त्रिभुजसङ्क्षेत्रे विचारं कुर्वन्तु। एतस्य द्वौ त्रिभुजाकारौ आधारौ तथा च त्रीणि आयताकारपार्श्वपृष्ठानि भवन्ति। एतानि पृष्ठानि परस्परम् अवनतानि भवन्ति। एतस्य द्वयोः पार्श्वयोः मध्यकोणः सङ्क्षेत्रकोणः कथ्यते। आगच्छन्तु अधुना एकेन क्रियाकलापेन अध्ययनं कुर्मः यत् काचस्य त्रिभुजसङ्क्षेत्रात् गमनेन प्रकाशः केन प्रकारेण अपवर्तितः भवति।

किञ्चित् विचारं कुर्वन्तु

अद्भुतवस्तूनां वर्णनं कुर्वन्तः भवन्तः
यं द्रष्टुं शक्नुवन्ति, सः प्रकाशमानः
दीप्तः सूर्यः इति भवन्तः कथयन्ति,
दीप्तसूर्यस्य अनुभवम्
अहम् अपि करोमि किन्तु अधुना
पर्यन्तम् एतस्य अर्थं न अवगतवान्
यत् सः कथं दिनं रात्रिं च निर्माति?

(सी.सिब्बेरद्वारा आङ्ग्लभाषायां रचितायाः कवितायाः कासाञ्चन पङ्क्तीनां संस्कृतरूपान्तरणम्)

किं भवन्तः जानन्ति यत् अस्माकं नेत्राणि अस्माकं मृत्योः अनन्तरम् अपि जावन्ति स्वमृत्योः अनन्तरं नेत्रदानं कृत्वा वयं कस्यचित् नेत्रहीनजनस्य जीवनं प्रकाशेन पूरयितुं शक्नुमः।

विकासशीलदेशानां प्रायः 3.5 कोटिजनाः दृष्टिहीनाः सन्ति तथा च तेषु प्रायशः दृष्टिः समीकर्त्तुं शक्यते। दृष्टिपटल-अन्धत्वेन पीडिताः प्रायः 45 लक्षजनाः नेत्रदानद्वारा प्राप्तानां दृष्टिपटलानां प्रत्यारोपेण सम्यक् कर्त्तुं शक्यन्ते। एतेषु 45 लक्षजनेषु 60% शिशवः 12 वर्षतः अल्पवयस्काः सन्ति। अतः यदि अस्माभिः दृष्टेः वरदानं प्राप्तम् अस्ति तर्हि किमर्थं न एतानि वयं तेषां कृते स्वनेत्राणि दत्त्वा गच्छेम येषां समीपे दृष्टिः नास्ति? नेत्रदानसमये अस्माभिः के के विषयाः अवधेयाः?

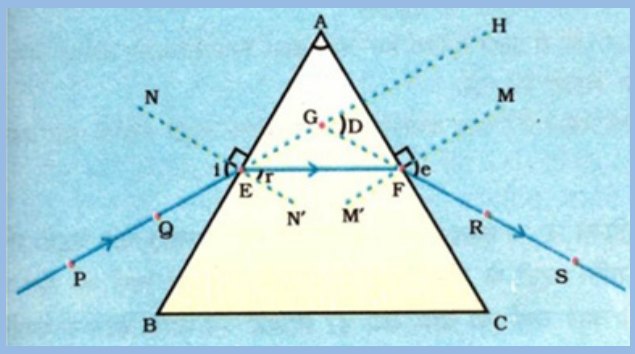
- नेत्रदानकर्त्ता कस्यचित् अपि आयुषः, वर्गस्य अथवा लिङ्गस्य भवितुं शक्नोति। उपनेत्रधारकः अथवा सुक्ताबिन्दोः शल्यचिकित्सां यः जनः कारितवान् सः जनः अपि नेत्रदानं कर्त्तुं शक्नोति। मधुमेहेन अथवा उच्चरक्तचापेन पीडिताः जनाः, श्वासरोगिणः तथा च ते जनाः येषां कश्चित् सङ्क्रामकरोगः नास्ति, ते अपि नेत्रदानं कर्त्तुं शक्नुवन्ति।
- मृत्योः अनन्तरं 4-6 घण्टासु नेत्राणि निष्कासनीयानि। अतः समीपस्थः नेत्रकोशः झटिति सूचनीयः।
- नेत्रकोशस्य समूहः दिवङ्गतस्य जनस्य गृहे अथवा चिकित्सालये नेत्राणि निष्कासयिष्यति।
- नेत्रनिष्कासने केवलं 10-15 निमेषाणां समयः अपेक्षितः भवति। एषा काचित् सरला प्रक्रिया अस्ति तथा च अत्र कथञ्चित् अपि विरूपणं न भवति।
- एतादृशाः जनाः ये एड्स (Aids), हेपेटाइटिस (Hepatitis B or c). जलभीतिः (Rabies), तीव्रलुकीमिया (Acute leukaemia), धनुस्तम्भः (Tetanus), हैजा तानिकाशोधः (Meningitis), मस्तिष्कशोधः (Encephalitis), वा इत्यादिभिः सङ्क्रमिताः सन्ति अथवा येषां एतेषां कारणेन मृत्युः अभवत्, ते नेत्रदानं कर्त्तुं नैव शक्नुवन्ति।

नेत्रकोशः दाने दत्तानि नेत्राणि एकत्र करोति, तेषां मूल्याङ्कनं च करोति, तथा च तानि वितरति। सर्वेषां दत्तानां नेत्राणां चिकित्सायाः उच्चमानदण्डैः मूल्याङ्कनं क्रियते। प्रत्यारोपणस्य मानकेषु उत्तमानि नेत्राणि महत्त्वपूर्णानुसन्धानार्थं तथा च चिकित्सार्थं प्रयुज्यन्ते। दानकर्त्ता तथा च नेत्रस्वीकर्ता द्वयोः अपि परिचयः गुप्तः भवति।

नेत्राणाम् एकः युगलः दृष्टिपटलस्य अन्धत्वेन पीडिताभ्यां द्वाभ्यां जनाभ्यां दृष्टिं प्रदातुं शक्नोति।

क्रियाकलापः 11.1

- एकस्मिन् चित्रलेखनफलके चित्रलेखनसूचीनां साहाय्येन श्वेतकर्गदस्य एकं पत्रं योजयन्तु।
- एकस्मिन् पत्रे सङ्क्षेत्रम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यथा एतस्य त्रिभुजाकारः फलकाधारः निर्मितः भवेत्। एकाम् अङ्कनीं प्रयुज्य सङ्क्षेत्रस्य सीमारेखां कर्षन्तु।
- सङ्क्षेत्रस्य कस्माच्चिच् अपि एकस्मात् अपवर्तकपृष्ठात् AB तः कञ्चन कोणं निर्मान्तः एकां सरलरेखां PE कर्षन्तु।
- PE रेखायां द्वे सूच्यौ, P बिन्दौ तथा च Q बिन्दौ रोपयन्तु यथा 11.4 चित्रे दर्शितम् अस्ति।
- AC फलकात् P तथा च Q सूच्योः प्रतिबिम्बं पश्यन्तु।
- R तथा च S बिन्द्वोः द्वे सूच्यौ एवं प्रकारेण रोपयन्तु यथा R सूची तथा च S एवं च P सूची तथा च Q इत्यस्य प्रतिबिम्बम् एकस्यां सरलरेखायां दृष्टं भवेत्।
- सूचीनां तथा च काचस्य सङ्क्षेत्राणि अपसारयन्तु।
- PE रेखा सङ्क्षेत्रस्य सीमारेखायाः E बिन्दौ मिलति (11.4 चित्रं पश्यन्तु) एतेन एव प्रकारेण, R तथा च S बिन्दून् एकया रेखया योजयन्तु तथा च एतां रेखाम् एवं प्रकारेण अग्रे वर्धयन्तु यथा सङ्क्षेत्रस्य AC फलकात् F इत्यत्र मिलेत्। वयं पूर्वमेव दृष्टवन्तः यत् सूचीनां मेलनरेखा AB फलकात् E इत्यत्र मिलति। E तथा च F इत्येत् मेलयन्तु।
- सङ्क्षेत्रस्य अपवर्तकपृष्ठेषु AB तथा च AC क्रमशः E तथा च F बिन्दुषु अभिलम्बं कर्षन्तु।
- 11.4 चित्रे दर्शितानुसारम् आपतनकोणं (∠i) तथा च अपवर्तनकोणं (∠r) तथा च निर्गतकोणं (∠e) चिह्नितं कुर्वन्तु।



PE- आपतितकिरणः ∠i आपतनकोणः

EF- अपवर्तितकिरणः ∠r अपवर्तनकोणः

FS- निर्गतकिरणः ∠e निर्गतकोणः

∠A- सङ्क्षेत्रकोणः ∠D विचलनकोणः

चित्रम् 11.4 काचस्य त्रिभुजसङ्क्षेत्रात् प्रकाशस्य अपवर्तनम्

अत्र PE आपतितकिरणः अस्ति, EF अपवर्तितकिरणः अस्ति, तथा च FS निर्गतकिरणः अस्ति। भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् प्रथमपृष्ठे AB प्रकाशस्य किरणः वायुतः काचे प्रविशति। अपवर्तनस्य पश्चात् प्रकाशस्य किरणः अभिलम्बं प्रति परावर्तते। अपरस्मिन् पृष्ठे AC प्रकाशस्य किरणः काचात् वायौ प्रविशति। अतः एतत् अभिलम्बात् दूरं परावर्तते। सङ्क्षेत्रस्य प्रत्येकस्मिन् अपवर्तकपृष्ठे आपतनकोणस्य तथा च अपवर्तनकोणस्य तुलनां कुर्वन्तु। किम् एतत् काचस्य फलके जातस्य अवनतस्य

समानम् एव अस्ति? सङ्क्षेत्रस्य विशेषाकृतेः कारणेन निर्गतकिरणः, आपतितकिरणस्य दिशः एकं कोणं निर्माति। एषः कोणः
विचलनकोणः कथ्यते। एतस्यां स्थितौ $\angle D$ विचलनकोणः अस्ति। उपर्युक्ते क्रियाकलापे विचलनकोणं चिह्नितं कुर्वन्तु तथा च एतस्य मापनं कुर्वन्तु।

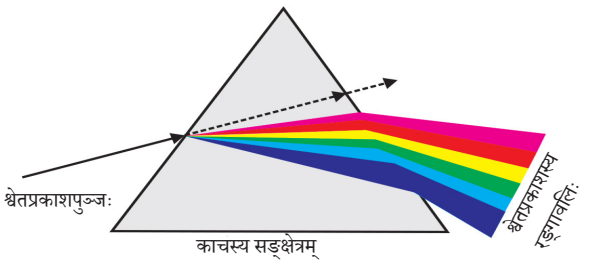
11.4 काचस्य सङ्क्षेत्रेण श्वेतप्रकाशस्य विक्षेपणम्

भवद्भिः कस्मिंश्चित् अपि इन्द्रधनुषि भव्यवर्णाः दृष्टाः तथा त प्रशंसिताः स्युः। सूर्यस्य श्वेतप्रकाशात् वयम् इन्द्रधनुषः विभिन्नवर्णान् केन प्रकारेण प्राप्नुमः? एतस्य प्रश्नस्य विचारात् पूर्वं वयं पुनः सङ्क्षेत्रात् जायमानस्य प्रकाशस्य अपवर्तनं पश्यामः। काचसङ्क्षेत्रस्य अवनतानि अपवर्तकपृष्ठानि एकां रोचकपरिघटनां दर्शयन्ति। आगच्छन्तु एतम् एकेन क्रियाकलापेन पश्यामः।

क्रियाकलापः 11.2

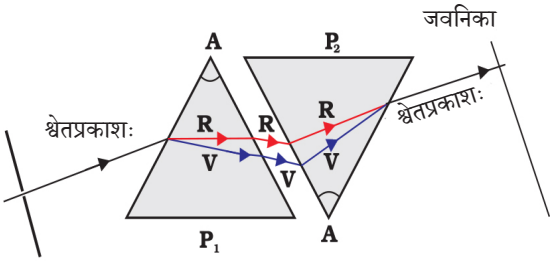
- स्थूलकार्पासस्य एकं स्थूलं पत्रं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतस्य मध्ये एकं लघुछिद्रम् अथवा एकं सूक्ष्मं विवरं निर्मान्तु।
- सूक्ष्मविवरे सूर्यस्य प्रकाशः पतेत्। एतेन श्वेतप्रकाशस्य एकं सूक्ष्मकिरणपुञ्जं प्राप्तं भवति।
- अधुना काचस्य एकं सङ्क्षेत्रं स्वीकुर्वन्तु तथा च 11.5 चित्रे दर्शितानुसारं विवरात् प्रकाशं एतस्य एकस्मिन् फलके पातयन्तु।
- सङ्क्षेत्रं शनैः एतावत् भ्रामयन्तु यत् एतेन बहिः निर्गच्छन् प्रकाशः पार्श्वे स्थापितायां कस्याञ्चित् जवनिकायां दृश्येत।
- भवन्तः किं पश्यन्ति? भवन्तः वर्णानाम् एकाम् आकर्षिकां पट्टिकां द्रक्ष्यन्ति। एवं किमर्थं भवति?

सम्भवतः सङ्क्षेत्रेण आपतितकिरणाः श्वेतप्रकाशस्य वर्णपट्टिकायां विभाजिताः भवन्ति। एतस्याः वर्णपट्टिकायाः द्वयोः कोणयोः दृश्यमानान् वर्णान् अभिलिखन्तु। जवनिकायां दृश्यमानानां वर्णानां क्रमः कः अस्ति? दृश्यमानानां विभिन्नवर्णानां क्रमः अस्ति, नीललोहितः, नीलः, हरितः, पीतः, नारङ्गः तथा च रक्तः, यथा 11.5 चित्रे दर्शितम्
अस्ति।
प्रसिद्धः परिवर्णिशब्दः भवतां वर्णानां क्रमस्मरणे सहायतां करिष्यति। प्रकाशस्य अवयववर्णानां एषः क्रमः रङ्गावलिः कथ्यते। भवितुं शक्नोति यत् भवन्तः सर्वान् वर्णान् पृथक् पृथक् द्रष्टुं न शक्नुयुः। तथापि किमपि एतादृशम् अवश्यम् अस्ति यत् प्रत्येकं वर्णं परस्परं पृथक् करोति। प्रकाशस्य अवयवविवर्णेषु विभाजनं विक्षेपणं कथ्यते।



चित्रम् 11.5 काचस्य सङ्क्षेत्रेण श्वेतप्रकाशस्य विक्षेपणम्

भवद्भिः दृष्टं यत् श्वेतप्रकाशः सङ्क्षेत्रेण एतस्य सप्तसु अवयवविवर्णेषु विक्षिप्तः भवति। अस्माभिः एते वर्णाः किमर्थं



चित्रम् 11.6 श्वेतप्रकाशस्य रङ्गावलेः पुनः योजनम्

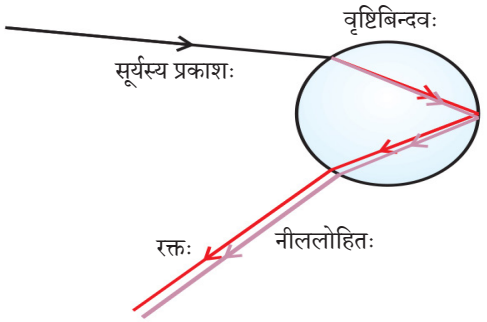
प्राप्ताः भवन्ति? कस्माच्चित् सङ्क्षेत्रात् गमनात् परं, प्रकाशस्य विभिन्नाः वर्णाः, आपतितकिरणस्य सापेक्षे पृथक् पृथक् कोणेषु अवनताः भवन्ति। रक्तप्रकाशः सर्वाधिकं न्यूनम् अवनतः भवति यर्हि नीललोहितः सर्वस्मात् अधिकम् अवनतः भवति। अतः प्रत्येकं वर्णस्य किरणाः पृथक् पृथक् मार्गेषु अनुदिशाया निर्गच्छन्ति तथा च स्पष्टं दृश्यन्ते। एतेषां स्पष्टवर्णानां गणः एव रङ्गावलिरूपेण दृश्यते।

आइजकन्यूटनः सर्वप्रथमं सूर्यस्य वर्णक्रमं प्राप्तुं काचसङ्क्षेत्रस्य उपयोगं कृतवान्। एकम् अपरं समानसङ्क्षेत्रम् उपयुज्य सः श्वेतप्रकाशस्य रङ्गावलेः वर्णान् इतोऽपि अधिकं विभक्तुं प्रयत्नं कृतवान्। किन्तु तेन इतोऽपि अधिकाः वर्णाः न प्राप्ताः।

पुनः सः 11.6 चित्रवत् एकम् अपरं सर्वसमसङ्क्षेत्रं पूर्वसङ्क्षेत्रस्य विपरीतस्थितौ स्थापितवान्। एतेन वर्णक्रमस्य सर्वेऽपि वर्णाः अपरस्मात् सङ्क्षेत्रात् भूत्वा गताः। तेन दृष्टं यत् अपरस्मात् सङ्क्षेत्रात् श्वेतप्रकाशस्य किरणपुञ्जः निर्गच्छति। एतेन प्रेक्षणेन न्यूटनस्य मनसि एषः विचारः स्फुरितः यत् सूर्यस्य प्रकाशः सप्तभिः वर्णैः मिलित्वा निर्मितः अस्ति । कश्चित् अपि प्रकाशः यः सूर्यसदृशं रङ्गावलिं निर्माति, प्रायः श्वेतप्रकाशः कथ्यते।

चित्रम् 11.7 आकाशे इन्द्रधनुः

इन्द्रधनुः, वर्षायाः अनन्तरम् आकाशे जलस्य सूक्ष्मकणेषु दृश्यमानः प्राकृतिकः वर्णक्रमः अस्ति (चित्रम् 11.7)। एतत् वायुमण्डले उपस्थितस्य जलस्य सूक्ष्मबिन्दुभिः सूर्यप्रकाशस्य पर्यवेक्षण-कारणेन प्राप्तं भवति। इन्द्रधनुः सर्वदा सूर्यस्य विपरीतदिशि निर्मितं भवति। जलस्य सूक्ष्मबिन्दवः सङ्क्षेत्रम् इव कार्यं कुर्वन्ति। सूर्यस्य आपतितं प्रकाशम् एते बिन्दवः अपवर्तितं तथा च विक्षेपितं कुर्वन्ति, ततः परम् एतम् आन्तरिकतया परावर्तितं कुर्वन्ति, अन्ततः जलस्य बिन्दुतः बहिः निर्गमनसमये प्रकाशं पुनः अपवर्तितं कुर्वन्ति (चित्रम् 11.8)। प्रकाशस्य परिक्षेपणस्य तथा च आन्तरिकपरावर्तनस्य कारणेन विभिन्नवर्णाः प्रेक्षकाणां नेत्रपर्यन्तं प्राप्नुवन्ति।



चित्रम् 11.8 इन्द्रधनुषः निर्माणम्

यदि सूर्यः भवतां पृष्ठं प्रति भवेत्, तथा च भवन्तः आकाशं प्रति आतपयुक्ते कस्मिंश्चित् दिने केनचित् जलप्रपातेन अथवा धारायन्त्रेण पश्यन्ति तर्हि भवन्तः इन्द्रधनुषः दृश्यं द्रष्टुं शक्नुवन्ति।

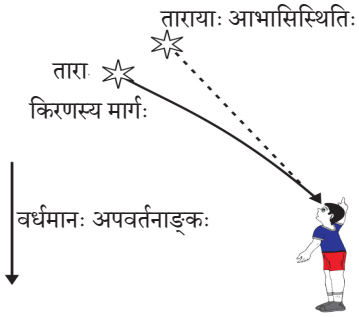
11.5 वायुमण्डलीयम् अपवर्तनम्

भवद्भिः प्रायः कदाचित् अग्निम् अथवा अङ्गारिकाम् ऊष्मीयविकिरकस्य उपरि उत्तिष्ठतः उष्णवायोः विक्षुब्धप्रवाहे धूलिकणानाम् आभासिनी, अनियमिता गतिः अथवा देदीप्यमानः प्रकाशः दृष्टः स्यात्। अग्नेः उपरितनः वायुः स्वस्य उपरितनवायोः अपेक्षया अधिकः उष्णः भवति। उष्णवायुः स्वस्य उपरितनशीतलवायोः अपेक्षया न्यूनसघनः भवति तथा च एतस्य अपवर्तनाङ्कः शीतलवायोः अपेक्षया किञ्चित् न्यूनः भवति। यतोहि अपवर्तकमाध्यमस्य भौतिकावस्थाः स्थिराः

नैव सन्ति, अतः उष्णवायुतः भूत्वा दर्शनेन वस्तुनः आभासिस्थितिः परिवर्तिता भवति। एवं प्रकारेण एषा अस्थिरता अस्माकं स्थानीयपर्यावरणे लघुस्तरे वायुमण्डलीयस्य अपवर्तनस्य (पृथिव्याः वायुमण्डलस्य कारणेन प्रकाशस्य अपवर्तनम्) एव एकः प्रभावः अस्ति। नक्षत्राणां प्रकाशमानता बृहत्स्तरस्य काचित् एतादृशी एव परिघटना अस्ति। आगच्छन्तु पश्यामः एतस्य व्याख्यां वयं केन प्रकारेण कर्त्तुं शक्नुमः।

नक्षत्राणाम् आभा

ताराणां प्रकाशस्य वायुमण्डलीय-अपवर्तनस्य कारणेन एव नक्षत्राणि भासमानानि प्रतीयन्ते। पृथिव्याः वायुमण्डले प्रवेशात् परं पृथिव्याः पृष्ठे प्रापणपर्यन्तं ताराणां प्रकाशः निरन्तरम् अपवर्तितः भवति। वायुमण्डलीयम् अपवर्तनं

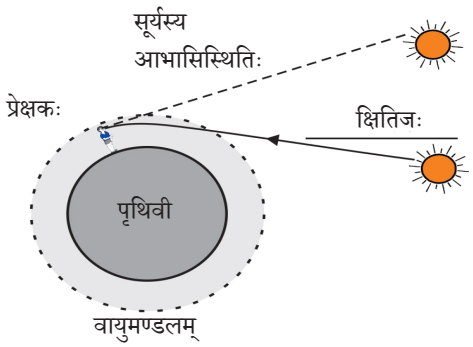


चित्रम् 11.9 वायुमण्डलीयस्य अपवर्तनस्य कारणेन तारायाः आभासिस्थितिः

तस्मिन् एव माध्यमे भवति यस्य क्रमिकपरिवर्ती अपवर्तनाङ्कः स्यात्। यतोहि वायुमण्डलं ताराप्रकाशं सालम्बं प्रति अवनतं भवति, अतः ताराणाम् आभासिस्थितिः तस्य वास्तविकस्थितेः अपेक्षया किञ्चित् भिन्ना प्रतीयते। क्षितिजस्य समीपं दृष्टे सति (चित्रम् 11.9) काचित् तारा स्ववास्तविकस्थितेः किञ्चित् उच्चतायां प्रतीयते। एतत् अतिरिच्य एतादृश्याम् एव परिस्थितौ गते अनुभागे वर्णितम् अस्ति, तारायाः एषा आभासिस्थितिः अपि स्थायिनी अभूत्वा शनैः शनैः किञ्चित् परिवर्तिता अपि भवति यतोहि पृथिव्याः वायुमण्डलस्य भौतिकावस्थाः स्थायिन्यः न सन्ति। यतोहि ताराः बहुदूरे सन्ति, अतः ताः प्रकाशस्य बिन्दुस्रोतसः समीपे सन्ति।

यतोहि, ताराभिः आगच्छतां प्रकाशकिरणानां मार्गः किञ्चित् किञ्चित् परिवर्तितः भवति, अतः तारायाः आभासिस्थितिः विचलिता भवति तथा च नेत्रेषु प्रविशन्तः ताराणां प्रकाशस्य मात्रा देदीप्यमाना भवति – यस्य कारणेन काचित् तारा कदाचित् प्रकाशमाना प्रतीयते तथा च कदाचित् धूमिला, यः च प्रकासमानस्य प्रभावः अस्ति।

ग्रहाः किमर्थं न प्रकाशन्ते? ग्रहाः ताराणाम् अपेक्षया पृथिव्याः बहु समीपे सन्ति अतः एव ते विस्तृतस्रोतः इव मन्तुं शक्यन्ते। यदि वयं ग्रहं बिन्द्वाकारवत् अनेकेषां प्रकाशस्रोतसां सङ्ग्रहं स्वीकुर्मः तर्हि सर्वेषाम् अपि बिन्द्वाकारसदृशानां प्रकाशस्रोतसः अस्माकं नेत्रेषु प्रविशतः प्रकाशस्य मात्रायां सम्पूर्णपरिवर्तनस्य सामान्यमानं शून्यं भविष्यति, एतेन एव कारणेन आभायाः प्रभावः निष्प्रभावितः भविष्यति।



चित्रम् 11.10 वायुमण्डलीय-अपवर्तनस्य सूर्योदये तथा च सूर्यास्ते प्रभावः

अग्रिमः सूर्योदयः तथा च विलम्बितः सूर्यास्तः

वायुमण्डलीयस्य अपवर्तनकारणेन सूर्यः अस्माभिः वास्तविकसूर्योदयात् प्रायः 2 निमेषपूर्वं दृश्यते तथा च वास्तविकसूर्यास्तस्य प्रायः 2 निमेषात् परम् अपि दृश्यते। वास्तविकसूर्योदयेन अस्माकम् अर्थः अस्ति, सूर्यद्वारा वस्तुतः क्षितिजस्य लङ्घनम्। 11.10 चित्रे सूर्यस्य क्षितिजस्य सापेक्षवास्तविक्यः तथा च आभासिस्थितयः दर्शिताः सन्ति।

वास्तविकसूर्यास्तस्य तथा च आभासिसूर्यस्य मध्ये समयस्य अन्तरं प्रायः निमेषद्वयम् अस्ति। अस्याः परिघटनायाः कारणेन एव सूर्योदयस्य तथा च सूर्यास्तस्य समयः सूर्यस्य चक्रिका चिपिटा प्रतीयते।

11.6 प्रकाशस्य प्रकीर्णनम्

अस्मान् परितः प्रकाशस्य तथा च वस्तूनां मध्ये अन्योन्यक्रियायाः कारणेन एव अस्माभिः प्रकृतौ अनेकाः आश्चर्यजनकपरिघटनाः द्रष्टुम् उपलभ्यन्ते। आकाशस्य नीलवर्णः, गभीरसमुद्रस्य जलवर्णः, सूर्योदयस्य तथा च सूर्यास्तस्य रक्ताभदर्शनम्, काश्चन एतादृश्यः अभुतपरिघटनाः सन्ति, याभिः वयं परिचिताः स्मः। गतकक्ष्यायां भवन्तः कलिलकणद्वारा प्रकाशस्य प्रकीर्णनविषये अध्ययनं कृतवन्तः। कस्माच्चित् वास्तविकविलयनात् निर्गच्छतः प्रकाशकिरणपुञ्जस्य मार्गः अस्माभिः न दृश्यते। तथापि, कस्मिंश्चित् कलिलविलयने यत्र कणानाम् आकारः अपेक्षितः बृहत् भवति, एषः मार्गः दृश्यः भवति।

11.6.1 टिण्डलस्य प्रभावः

पृथिव्याः वायुमण्डलं सूक्ष्मकणानाम् एकं विषमाङ्गि मिश्रणम् अस्ति। एतेषु कणेषु धूमः, जलस्य सूक्ष्मबिन्दवः, धूलेः निलम्बितकणाः तथा च वायोः अणवः सम्मिलिताः भवन्ति। यदा कश्चन प्रकाशकिरणपुञ्जः एतादृशैः सूक्ष्मकणैः सह घट्टितः भवति तदा तस्य किरणपुञ्जस्य मार्गः दृश्यते। एतैः कणैः विस्तीर्णप्रकाशः परावर्त्त्य अस्माकं समीपपर्यन्तं प्राप्नोति। कलिलकणैः प्रकाशस्य प्रकीर्णनपरिघटना टिण्डलप्रभावम् उत्पादयति, यस्य विषये भवन्तः नवमकक्ष्यायां पठितवन्तः सन्ति। यदा धूमपूर्णे कस्मिंश्चित् प्रकोष्ठे केनचित् सूक्ष्मछिद्रेण कश्चन सूक्ष्मः प्रकाशकिरणपुञ्जः प्रविशति तदा एतां परिघटनां द्रष्टुं शक्नुमः। एवं प्रकारेण, प्रकाशस्य प्रकीर्णनकणान् दृश्यान् करोति। यदा कस्यचित् सघनस्य अरण्यस्य वितानात् सूर्यप्रकाशः निर्गच्छति तदा टिण्डलप्रभावः द्रष्टुं शक्यते। अरण्यस्य नीहारे जलस्य सूक्ष्मबिन्दवः प्रकाशस्य प्रकीर्णनं करोति।

प्रकीर्णितप्रकाशस्य वर्णः, प्रकीर्णनकणानाम् आकारम् आश्रयति। अतिसूक्ष्मकणाः मुख्यतया नीलं प्रकाशं प्रकीर्णं कुर्वन्ति यर्हि बृहदाकारककणाः अधिकतरङ्गदीर्घतायाः प्रकाशं प्रकीर्णं कुर्वन्ति। प्रकीर्णनकणानाम् आकारः बहु अधिकः अस्ति चेत् प्रकीर्णितः प्रकाशः श्वेतः अपि भासितुं शक्नोति।

11.6.2 स्वच्छाकाशस्य वर्णः नीलः किमर्थं भवति?

वायुमण्डले वायोः अणूनां तथा च सूक्ष्मकणानाम् आकारः दृश्यप्रकाशस्य तरङ्गदीर्घतायाः प्रकाशस्य अपेक्षया नीलवर्णं प्रति न्यूनतरङ्गदीर्घतायाः प्रकाशस्य प्रकीर्णने अधिकप्रभावी अस्ति। रक्तवर्णप्रकाशस्य तरङ्गदीर्घता नीलप्रकाशस्य अपेक्षया प्रायः 1.8 गुणिता अस्ति। अतः सूर्यप्रकाशः यदा वायुमण्डलात् निर्गच्छति, वायोः सूक्ष्मकणाः रक्तवर्णस्य अपेक्षया नीलवर्णस्य (लघुतरङ्गदीर्घतायाः) अधिकप्रबलतायाः प्रकीर्णनं कुर्वन्ति। प्रकीर्णितः नीलप्रकाशः अस्माकं नेत्रेषु प्रविशति। यदि पृथिव्यां वायुमण्डलं न अभविष्यत् तर्हि किमपि प्रकीर्णनम् अपि भवितुं न अशक्ष्यत्। तदा आकाशः कृष्णः प्रतीयते, यतोहि एतावत्याम् उच्चतायां प्रकीर्णनं स्पष्टतया न भवति।

प्रायः भवद्भिः दृष्टं स्यात् यत् 'अपायस्य' सङ्केतप्रकाशः रक्तवर्णीयः भवति। किं भवन्तः एतस्य कारणं जानन्ति? रक्तवर्णः तुषारेण अथवा धूमेन बहु अधिकः प्रकीर्णितः भवति। अतः एव, एतत् दूरात् दर्शनेन अपि रक्तवर्णीयः एव दृश्यते।

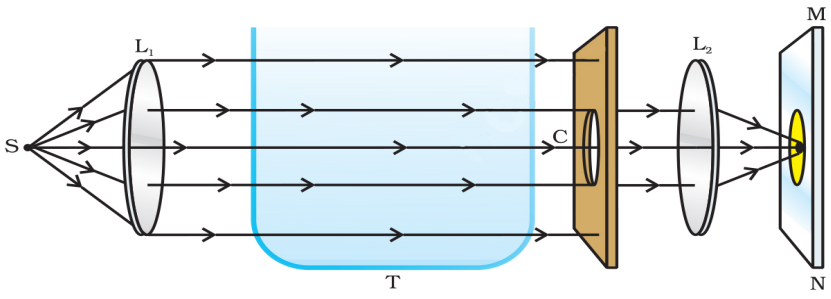
11.6.3 सूर्योदयस्य तथा च सूर्यास्तस्य समये सूर्यस्य वर्णः

किं भवन्तः सूर्योदयस्य तथा च सूर्यास्तस्य समये आकाशं तथा च सूर्यं दृष्टवन्तः? किं भवद्भिः चिन्तितं यत् सूर्यस्य तथा च तस्य परिसरस्य आकाशः रक्ताभः किमर्थं प्रतीयते? आकाशस्य नीलवर्णः तथा च सूर्योदये अथवा सूर्यास्तसमये सूर्यस्य रक्ताभप्रतीतिम् अवगन्तुम् आगच्छन्तु एकं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 11.3

- कञ्चित् अभिसारिवीक्षं L1 (उत्तलवीक्षं) स्वीकृत्य एतस्य प्रकाशे श्वेतप्रकाशस्य तीव्रस्रोतः (s) स्थापयन्तु। वीक्षः, प्रकाशस्य एकं समान्तरं किरणपुञ्जं प्रददाति।
- प्रकाशस्य समान्तरकिरणपुञ्जं स्वच्छजलेन पूरितस्य एकस्य पारदर्शिवीक्षस्य (T) जलागारात् गमयन्तु।
- कस्मिंश्चित् एकस्मिन् स्थूलकार्पासे निर्मितेन एकेन वृत्ताकारच्छिद्रेण (c) प्रकाशकिरणपुञ्जं गन्तुं त्यजन्तु। 11.11 चित्रे दर्शितानुसारं परस्परम् अभिसारिवीक्षस्य (L2) प्रयोगं कृत्वा वृत्ताकारच्छिद्रस्य स्पष्टं प्रतिबिम्बं जवनिकायां (MN) निर्मान्तु।
- जलागारे प्रायः 2 L स्वच्छजलं स्वीकृत्य 200 g सोडियम थायोसल्फेट अन्तः (हाइपो) मिश्रयन्तु। जले प्रायः 1 तः 2 mL सान्द्रं गन्धकाम्लं स्थापयन्तु। भवन्तः किं पश्यन्ति?

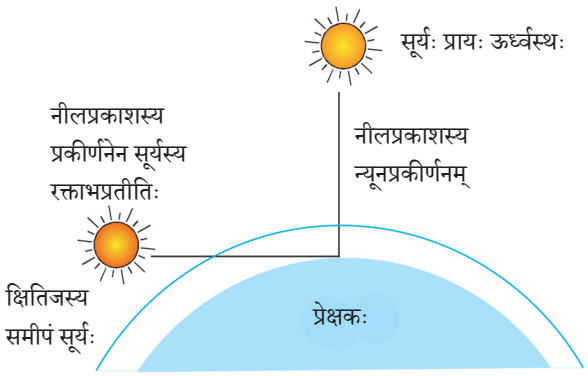
प्रायः 2-3 निमेषानन्तरं भवन्तः गन्धकस्य सूक्ष्मकणान् अवक्षिप्यमाणान् द्रक्ष्यन्ति। यथैव गन्धकस्य कणनिर्माणं प्रारभते, भवन्तः काचजलागारस्य त्रिभिः पार्श्वैः नीलप्रकाशं द्रष्टुं शक्नुवन्ति। एतत् गन्धकस्य सूक्ष्मकलिलकणैः न्यूनतरङ्गदीर्घतायाः प्रकाशप्रकीर्णनस्य कारणम् अस्ति। काचजलागारस्य चतुर्थपार्श्वतः, वृत्ताकारच्छिद्रात् पारगतप्रकाशस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। एतत् निरीक्षणम् अतीव रोचकम् अस्ति, यतोहि जवनिकायां पूर्वं नारङ्गरक्तं पुनः प्रकाशमानः शोणितवर्णः दृश्यते।



चित्रम् 11.11
कलिलविलयने प्रकाशप्रकीर्णनस्य प्रेक्षणाय कश्चन प्रबन्धः

एषः क्रियाकलापः प्रकाशस्य प्रकीर्णनं निर्दिशति येन भवताम् आकाशस्य नीलवर्णः तथा च सूर्योदये सूर्यास्तसमये च रक्ताभप्रतीतेः अवगमने सहायता भवति।

क्षितिजस्य समीपे स्थितात् सूर्यात् आगामी प्रकाशः अस्माकं नेत्रपर्यन्तं प्राप्तेः पूर्वं पृथिव्याः वायुमण्डले वायोः स्थूलस्तरात् भूत्वा गच्छति (चित्रम् 11.12)।



चित्रम् 11.12 सूर्योदये सूर्यास्तसमये च सूर्यस्य रक्ताभप्रतीतिः

तथापि, यदा सूर्यः शिरसः साक्षात् उपरि (ऊर्ध्वस्थः) भवेत् तदा सूर्यात् आगामी प्रकाशः, अपेक्षाकृतं न्यूनदूरतां यावत् चलिष्यति। मध्याह्नसमये सूर्यः श्वेतः प्रतीयते यतोहि नीलस्य तथा च नीललोहितवर्णस्य बहु किञ्चित् भागः एव प्रकीर्णितः भवितुं शक्नोति। क्षितिजस्य समीपे नीलः तथा च न्यूनतरङ्गदीर्घताप्रकाशस्य अधिकांशभागः कणैः प्रकीर्णितः भवति। एतः एव, अस्माकं नेत्रपर्यन्तं यः प्रकाशः प्राप्नोति सः अधिकतरङ्गदीर्घतायाः भवति। एतेन सूर्योदये सूर्यास्तसमये वा सूर्यः रक्ताभः प्रतीयते।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- नेत्राणां सा क्षमता यस्याः कारणेन स्वप्रकाशदूरतां समायोज्य समीपस्थानि तथा च दूरस्थानि वस्तूनि प्रकाशितानि करोति सा नेत्राणां समायोजनक्षमता कथ्यते।
- सा न्यूनतमदूरता यस्यां स्थापितानि वस्तूनि नेत्राणि केनचित् अपि श्रमेण विना स्पष्टतया द्रष्टुं शक्नुवन्ति सः नेत्राणां समीपबिन्दुः अथवा स्पष्टदर्शनस्य न्यूनतमदूरता कथ्यते। समान्यदृष्टेः वयस्कानां कृते एषा दूरता प्रायः 25 cm भवति।
- दृष्टेः सामान्यः अपवर्तकदोषः अस्ति - समीपदृष्टिः, दीर्घदृष्टिः तथा च जरादूरदृष्टिता। समीपदृष्टिः (समीपदृष्टिता - ∠दूरे स्थापितानां वस्तूनां प्रतिबिम्बं दृष्टिपटलस्य पुरतः भवति) उचितक्षमतायाः अवतलवीक्षद्वारा संशोधिता भवति। दीर्घदृष्टिः (दूरदृष्टिता समीपे स्थापितानां वस्तूनां प्रतिबिम्बं दृष्टिपटलस्य पृष्ठतः भवति) उचितक्षमतायाः उत्तलवीक्षद्वारा संशोध्यते। वृद्धावस्थायां नेत्राणां समायोजनक्षमता क्षीणा भवति।
- श्वेतप्रकाशः एतस्य अवयविवर्णेषु विभाजनं विक्षेपणं कथ्यते।
- प्रकाशस्य प्रकीर्णनकारणेन आकाशस्य वर्णः नीलः तथा च सूर्योदये सूर्यास्तसमये च सूर्यः रक्ताभः प्रतीयते।

अभ्यासः

1 मानवनेत्राणि अभिनेत्रवीक्षस्य प्रकाशदूरतां समायोज्य विभिन्नदूरतासु स्थापितानि वस्तूनि प्रकाशयितुं शक्नुवन्ति। एवं सम्भवितुं कारणम् अस्ति-

(a) जरादूरदृष्टिता
(b) समायोजनम्
(c) समीपदृष्टिः
(d) दीर्घदृष्टिः

2 मानवनेत्राणि यस्मिन् भागे कस्यचित् वस्तुनः प्रतिबिम्बं निर्मान्ति तत् अस्ति-

(a) श्वेतपटलः
(b) परितारिका (अक्षिभ्रूः)
(c) पुत्तलिका
(d) दृष्टिपटलः

3 समान्यदृष्टेः वयस्कानां कृते स्पष्टं द्रष्टुं न्यूनतमदूरता भवति, प्रायः-

(a) 25 m

(b) 2.5 cm

(c) 25 cm

(d) 2.5 m

4 अभिनेत्रवीक्षस्य प्रकाशदूरता परिवर्तयितुं शक्यते-

(a) पुत्तलिकाद्वारा

(b) दृष्टिपटलद्वारा

(c) पक्ष्माभद्वारा

(d) परितारिकाद्वारा

5 कस्यचित् जनस्य कृते स्वस्य दूरदृष्टिं संशोधयितुं- 5.5 दृष्टेः सहायकक्षमतायाः वीक्षस्य आवश्यकता अस्ति। स्व-समीपस्थां दृष्टिं संशोधयितुं तस्य कृते +1.5 दृष्टेः सहायकक्षमतायाः (डाइऑप्टर) वीक्षस्य आवश्यकता भवति। संशोधनाय आवश्यकस्य वीक्षस्य प्रकाशदूता का भविष्यति -

(1) दूरदृष्टेः कृते (2) समीपदृष्टेः कृते

6 समीपदृष्टिदोषेण पीडितस्य कस्यचित् जनस्य दूरबिन्दुः नेत्रस्य पुरतः 80 cm दूरे अस्ति। एतं दोषं संशोधयितुम् आवश्यकवीक्षस्य प्रकृतिः तथा च क्षमता का भविष्यति?

7 चित्रं निर्माय दर्शयन्तु यत् दीर्घदृष्टिदोषः कथं संशोध्यते। एकस्य दीर्घदृष्टिदोषयुक्तस्य नेत्रस्य समीपबिन्दुः 1 m अस्ति। एतं दोषं संशोधयितुम् आवश्यकवीक्षस्य क्षमता का भविष्यति? एतत् चिन्तयन्तु यत् सामान्यनेत्राणां समीपबिन्दुः 25 cm अस्ति।

8 सामान्यनेत्रं 25 cm समीपे स्थापितानि वस्तूनि स्पष्टं किमर्थं न द्रष्टुं न शक्नोति?

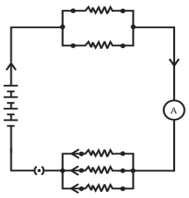
9 यदा वयं नेत्राभ्यां कस्यचित् वस्तुनः दूरतां वर्धयामः तदा नेत्रेषु प्रतिबिम्बस्य दूरतायाः किं भवति?

10 ताराः किमर्थं भासन्ते?

11 व्याख्यां कुर्वन्तु यत् ग्रहाः किमर्थं न भासन्ते।

12 सूर्योदयसमये सूर्यः रक्ताभः किमर्थं प्रतीयते?

13 कस्यचित् अन्तरिक्षयात्रिकस्य आकाशः नीलवर्णस्य अपेक्षया कृष्णवर्णीयः किमर्थं भाति?



द्वादशः अध्यायः

विद्युत्

विद्युतः आधुनिकसमाजे किञ्चन महत्त्वपूर्णं स्थानम् अस्ति। एषा गृहाणां, विद्यालयानां, चिकित्सालयानाम्, उद्योगानां तथा च एवमेव अन्यसंस्थानानां विविध-उपयोगार्थं काचित् नियन्त्रणयोग्या सुविधाजनक-ऊर्जारूपा अस्ति। तत् किम् अस्ति येन विद्युत् निर्मिता भवति? कस्मिंश्चित् विद्युतः परिपथे एषा कथं प्रवाहिता भवति? ते के कारकाः सन्ति ये कस्यचित् विद्युत्परिपथस्य विद्युद्धारां नियन्त्रिताम् अथवा नियमितां कुर्वन्ति। अस्मिन् अध्याये वयम् एतादृशप्रश्नानाम् उत्तरं दातुं प्रयत्नं करिष्यामः। वयं विद्युद्धारायाः ऊष्मीयं प्रभावं तथा च अस्याः अनुप्रयोगाणां विषये अपि चर्चां करिष्यामः।

12.1 विद्युद्धारा परिपथः च

वयं वायुधारया तथा च जलधारया परिचिताः स्मः। वयं जानीमः यत् प्रवहता जलेन नदीषु जलधारा निर्मिता भवति। एतेन एव प्रकारेण यदि विद्युदावेशः कस्मिंश्चित् निर्वाहके प्रवहति (उदाहरणार्थं कस्यचित् धातोः तन्त्र्यां) तदा वयम् एतत् वदामः यत् निर्वाहके विद्युद्धारा अस्ति। वयं जानीमः यत् कस्मिंश्चित् करदीपे विद्युत्कोशः (अथवा यन्त्रम्, यदा उचितक्रमे स्थाप्यते) करदीपाय गोलदीपाय दीप्त्यर्थम् आवेशस्य प्रवाहः अथवा विद्युद्धारा प्रदीयते। अस्माभिः एतत् अपि दृष्टं यत् करदीपः तदा एव प्रकाशं ददाति तदा तस्य पिञ्जं नुदामः। पिञ्जः किं कार्यं करोति? पिञ्जः विद्युत्कोशस्य तथा च गोलदीपस्य मध्ये चालकसम्बन्धं योजयति। कस्याश्चित् विद्युद्धारायाः सततं तथा च पिहितपथं **विद्युत् परिपथः** इति कथयन्ति। अधुना, यदि परिपथः कुतश्चित् त्रुटितः भवति (अथवा करदीपस्य पिञ्जं पिदधतु) तर्हि विद्युद्धारायाः प्रवाहः समाप्तः भवति तथा च गोलदीपः न ज्वलति।

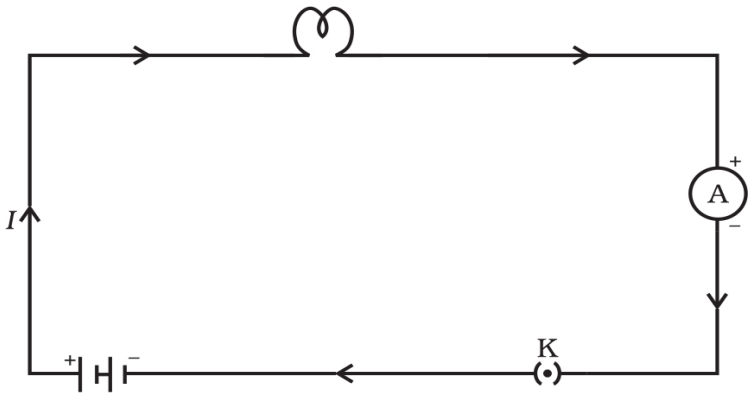
वयं विद्युद्धारां कथं व्यक्तां कुर्मः? विद्युद्धारा मात्रासमये (Unit) कस्माच्चित् विशेषक्षेत्रात् प्रवाहितस्य आवेशस्य परिणामेन व्यक्ता क्रियते। अपरशब्देषु, **विद्युदावेशस्य प्रवाहस्य मानं विद्युद्धारा कथ्यते।** तेषु परिपथेषु येषु धातोः तन्त्र्यः उपयुज्यन्ते तेषाम् आवेशानां प्रवाहस्य निर्माणं विद्युदणवः कुर्वन्ति। तथापि, यस्मिन् समये विद्युतः परिघटनायाः सर्वप्रथमं प्रेक्षणं कृतम् आसीत् तदा विद्युदणूनां विषये किमपि परिज्ञानं न आसीत्। अतः विद्युद्धारा धनावेशस्य प्रवाहः अभिमतः तथा च धनावेशस्य प्रवाहदिक् एव विद्युद्धारायाः दिक् अभिमता। व्यवहारानुसारं कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे विद्युदणूनाम् ऋणावेशः अस्ति, विद्युद्धारायाः प्रवाहदिशः विपरीतदिक् विद्युद्धारायाः दिक् मन्यते।

यदि कस्यचित् निर्वाहकस्य कस्माच्चित् अपि अनुप्रस्थछेदात् t समये शुद्धः आवेशः Q प्रवहति तदा तस्मात्

अनुप्रस्थछेदात् प्रवाहितां I विद्युद्धाराम् एवं प्रकारेण व्यक्तां कुर्वन्ति -

$$I = \frac{Q}{t} \qquad (12.1)$$

विद्युदावेशस्य SI मात्रकं द्युभरः (C) अस्ति, यः प्रायः 6×10^{18} विद्युदणुषु समाविष्टस्य आवेशस्य समानः भवति (वयं जानीमः यत् एकस्मिन् विद्युदणौ 1.6×10^{-19}C आवेशः भवति)। विद्युद्धारा एकं मात्रकं यत् विद्युद्धारायाः परिमाणं (ampere) (A) कथ्यते, तत्र व्यक्तीक्रियते, अस्याः मात्रायाः नाम आन्द्रेमेरी ऐम्पियर (1775-1836) नामकस्य फ्रांसीसीवैज्ञानिकस्य नाम्नि स्थापितम्। एकम् ऐम्पियर विद्युद्धारायाः रचना प्रतिक्षणम् एकद्युभरस्य आवेशस्य प्रवाहेण भवति, अर्थात् 1 A = 1 C/1 s अल्पपरिमाणस्य विद्युद्धारां मिलिऐम्पियर (1 mA = 10^{-3} A) अथवा माइक्रोऐम्पियर (1 μA = 10^{-6} A) इत्यत्र व्यक्तीकुर्वन्ति। परिपथस्य विद्युद्धारायाः मापनार्थं यस्य यन्त्रस्य उपयोगः क्रियते तत् धारामापी कथ्यते। एतत् सर्वदा यस्मिन् परिपथे विद्युद्धारा मापनीया भवति, तस्याः श्रेणीक्रमे संयोजितं कुर्वन्ति। 12.1 चित्रे एकस्य प्रतीकात्मकस्य विद्युत्परिपथस्य व्यवस्था-आरेखः दर्शितः अस्ति यस्मिन् एकः विद्युत्कोशः, एकः विद्युद्गोलदीपः, एका धारामापी अवकीलककुञ्चिकाः युक्ताः भवन्ति। अवधानं कुर्वन्तु परिपथे विद्युद्धारा, विद्युत्कोशस्य धनस्थानात् विद्युत्कोशस्य ऋणस्थानपर्यन्तं गोलदीपात् तथा च धारामापीतः भूत्वा प्रवहति।



चित्रम् 12.1 एकः विद्युत्कोशः, एकः गोलदीपः, एका धारामापी तथा च एकः अवकीलकः कुञ्चिकया मिलित्वा निर्मितः विद्युत्परिपथस्य व्यवस्था-आरेखः

उदाहरणम् 12.1

कस्यचित् गोलदीपस्य तन्तुषु 0.5 A विद्युद्धारा 10 निमेषपर्यन्तं प्रवाहिता भवति। विद्युत्परिपथात् प्रवाहितस्य विद्युदावेशस्य परिमाणम् अभिजानन्तु।

समाधानम्

अस्माकं कृते दत्तम् अस्ति, I = 0.5 A; t = 10 min = 600 s

(12.1) समीकरणात् ,

Q = It

= 0.5 A x 600 s

= 300 c

प्रश्नाः

1. विद्युत्परिपथस्य कः अर्थः अस्ति?
2. विद्युद्धारायाः मात्रकस्य परिभाषां लिखन्तु।
3. एकस्य द्युभरावेशस्य रचयितॄणां विद्युदणूनां सङ्ख्यां गणयन्तु।

एतदपि जानन्तु

तन्त्र्याः अन्तः आवेशानां प्रवाहः

कश्चन धातुः विद्युच्चालनं कथं करोति? भवन्तः चिन्तयन्तः स्युः यत् निम्न-ऊर्जायाः विद्युदणूनां कस्माच्चित् घनचालकात् गमने बहु कठिनता भवति। घनस्य अन्तः परमाणवः परस्परं परिपूर्णाः भवन्ति तथा च एतेषां मध्ये बहु न्यूनं स्थानं भवति। किन्तु एतत् अनुभूतं यत् विद्युदणवः केनचित् आदर्शघनमाणभेन विनावरोधं तथैव सरलतया यात्रां कुर्वन्ति यथा ते निर्वाते स्युः। तथापि कस्मिंश्चित् चालके विद्युदणूनां गतिः रिक्तस्थाने आवेशानां गतितः बहु भिन्ना भवति। यदा कस्माच्चित् चालकात् काचित् स्थायिधारा प्रवाहिता भवति तदा तस्य अन्तः विद्युदणवः निश्चितानुपातेन 'अपवाहगत्या' गतिं कुर्वन्ति। कस्यचित् प्ररूपिताम्रस्य तन्त्र्याः कृते यतः काचित् लघु विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति, अस्याः अपवाहगतेः गणना कर्तुं शक्यते एतत् च वस्तुतः अतीव अल्पस्य 1 mm s-1 स्तरस्य प्राप्तम् अस्ति। तर्हि एवं किमर्थम् अस्ति यत् अस्माभिः पिञ्जस्य नोदनेन विद्युद्दीपः प्रकाशं ददाति? एवं भवितुं न शक्नोति यत् विद्युद्धारा केवलं तदा आरभेत यदा कश्चन विद्युदणुः विद्युदापूर्तेः एकस्मात् स्थानात् स्वयं चलित्वा गोलदीपात् गच्छन् अन्यत् स्थानं प्रति प्राप्नुयात् , यतोहि कस्याञ्चित् चालकतन्त्र्यां विद्युदणूनां भौतिकः अपवाहः काचित् अतिमन्दा प्रक्रिया अस्ति। विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य यथार्थप्रक्रिया या प्रकाशस्य गतेः प्रायः समानगत्या भवति सा मन्त्रमुग्धकारिका अस्ति, किन्तु अस्य पुस्तकस्य कार्यक्षेत्रात् बहिः अस्ति। किं भवन्तः उच्चस्तरे अस्य प्रश्नस्य गभीरतापर्यन्तं गन्तुम् इच्छन्ति?

12.2 विद्युद्विभवः विभवान्तरं च

तत् किम् अस्ति यत् विद्युदावेशं प्रवाहितं करोति? आगच्छन्तु जलस्य प्रवाहेण सदृशस्य आधारेण एतस्य विचारं कुर्मः। कयाचित् ताम्रतन्त्र्या आवेशः स्वयं प्रवाहितः न भवति, तथैव यथा कस्यचित् आदर्शक्षैतिजनलिकया जलं प्रवाहितं न भवति। यदि नलिकायाः एकं भागं केनचित् उच्चतले स्थापितेन जलागारेण योजयेम येन नलिकायाः द्वयोः भागयोः मध्ये किञ्चन पीडनान्तरं निर्मितं भवेत्, तर्हि नलिकायाः मुक्तभागात् जलं बहिः प्रति प्रवाहितं भवति। कस्याञ्चित् चालकतन्त्र्याम् आवेशानां प्रवाहार्थं, वस्तुतः, गुरुत्वबलस्य कापि भूमिका न भवति, विद्युदणवः केवलं तदा एव गतिं कुर्वन्ति यदा चालकस्य अनुदिशाया वैद्युतपीडने कापि भिन्नता भवति, यत् विभावान्तरं कथ्यते। विभवे एषा भिन्नता एकेन अथवा बहुभिः विद्युत्कोशैः निर्मितयन्त्रद्वारा उत्पादयितुं शक्यते। कस्यचित् विद्युत्कोशस्य अन्तः जायमाना रासायनिकी अभिक्रिया विद्युत्कोशस्य स्थानकयोः मध्ये विभवान्तरम् उत्पादयति, एवं तस्मिन् समये अपि भवति यदा विद्युत्कोशात् कापि विद्युद्धारा न स्वीक्रियते। यदा विद्युत्कोशं कस्यचित् चालकपरिपथस्य अवयवेन सयोजितं कुर्वन्ति तदा विभवान्तरं तस्य चालकस्य आवेशेषु गतिम् आनयति तथा च विद्युद्धारा उत्पन्ना भवति। कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे विद्युद्धारायाः संस्थापनाय विद्युत्कोशः स्वसञ्चितां रासायनिकीम्

ऊर्जां व्ययीकरोति।

कस्यचित् धारावाहिविद्युत्परिपथस्य द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये विद्युतः विभावान्तरं वयं कार्यद्वारा परिभाषितं कुर्मः यत् एकाङ्कम् आवेशम् एकस्मात् बिन्दोः अपरबिन्दुपर्यन्तम् आनेतुं क्रियते।

$$\text{द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये विभावान्तरं (V)} = \frac{\text{कृतं कार्यम् (W)}}{\text{आवेशः (Q)}}$$

$$V = W/Q \qquad (12.2)$$

विद्युतः विभवान्तरस्य SI मात्रकं परीवर्तः (V) अस्ति यत् इटलीदेशस्य भौतिकविज्ञानिनः अलेसान्द्रो वोल्टावर्यस्य नाम्ना स्थापितम् अस्ति। यदि कस्यचित् विद्युद्धारावाहिचालकस्य द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये एकं द्युभरावेशम् एकस्मात् बिन्दोः अन्यबिन्दुपर्यन्तं नयने 1 जूलकार्यं क्रियते तर्हि तयोः द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये विभवान्तरं 1 परीवर्तः भवति। अतः

$$1 \text{ परीवर्तः} = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ द्युभरः}}$$

$$1V = 1JC\text{-}1 \qquad (12.3)$$

विभवान्तरस्य मापनम् एकेन यन्त्रेण क्रियते यत् परीवर्तमापी कथ्यते। परीवर्तमापीं सदैव तैः बिन्दुभिः पार्श्वक्रमे संयोजितां कुर्वन्ति येषां मध्ये विभवान्तरमापनं भवति।

उदाहरणम् 12.2

12 V विभवान्तरस्य द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये 2 C आवेशस्य नयने कियत् कार्यं क्रियते?

समाधानम्

विभवान्तरस्य V(= 12 परीवर्ताः) द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये प्रवाहितस्य आवेशस्य परिमाणम् Q (= 2 द्युभरः) अस्ति। एवं प्रकारेण आवेशस्य स्थानान्तरीकरणे कृतं कार्यम् (समीकरणस्य 12.2 अनुसारम्) अस्ति-

$W = VQ$

$= 12V \times 2\ C = 24\ J$

प्रश्नाः

1. तस्याः युक्तेः नाम लिखन्तु या कस्यचित् चालकस्य कोणेषु विभवान्तरस्य स्थापने साहाय्यं करोति।
2. एतस्य कथनस्य किं तात्पर्यम् अस्ति यत् द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये विभवान्तरम् 1V अस्ति?
3. 6 V यन्त्रात् गामिने प्रत्येकं द्युभरावेशाय कियती ऊर्जा दीयते?

12.3 विद्युत्परिपथस्य आरेखः

वयं जानीमः यत् कश्चित् विद्युत्परिपथः, यथा 12.1 चित्रे दर्शितम् अस्ति, एकः विद्युत्कोशः, (अथवा एकं यन्त्रम्), एका अवकीलककुञ्चिका, वैद्युतावयवैः (अथवा अवयवैः) तथा च संयोजकतन्त्रीभिः मिलित्वा निर्मिता भवति। विद्युत्परिपथानां प्रायः एतादृशं व्यवस्था-आरेखकर्षणं सुकरं भवति यस्मिन् परिपथस्य विभिन्नाः अवयवाः सुकरैः प्रतीकैः निरूप्यन्ते। 12.1 सारण्यां सामान्ये उपयोगे आगच्छतां केषाञ्चन वैद्युत-अवयवानां निरूपकाणि रूढप्रतीकानि दत्तानि सन्ति।

सारणी 12.1 विद्युत्परिपथे सामान्यतः उपयुज्यमानानां केषाञ्चन अवयवानां प्रतीकानि

क्रमसङ्ख्या	अवयवाः	प्रतीकानि
1	विद्युत्कोशाः	
2	यन्त्रस्य अथवा विद्युत्कोशानां संयोजनम्	
3	(उद्घटिता) अवकीलककुञ्चिका अथवा पिञ्जः	
4	(पिहिता) अवकीलककुञ्चिका अथवा पिञ्जः	
5	तन्त्रीसंश्लेषणम्	
6	संश्लेषणं विनातन्त्रीपारगमनम्	
7	विद्युद्दीपः	अथवा
8	प्रतिरोधकः	
9	परिवर्ती प्रतिरोधकः अथवा धारानियन्त्रकः	अथवा
10	धारामापी	A
11	परीवर्तमापी	V

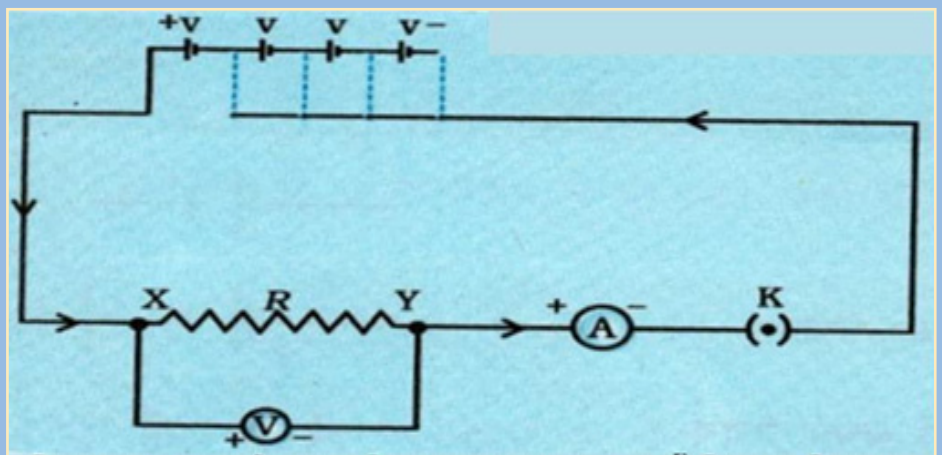
12.4 ओमस्य नियमः

किं कस्यचित् चालकस्य कोणयोः मध्ये विभवान्तरस्य तथा च तेन प्रवाहितायाः

विद्युद्धारायाः मध्ये कश्चन सम्बन्धः अस्ति? आगच्छन्तु एकेन क्रियाकलापेन अस्य अन्वेषणं कुर्मः।

क्रियाकलापः 12.8

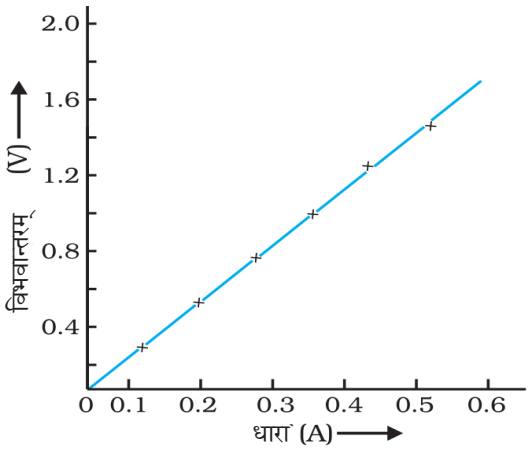
- 12.3 चित्रे दर्शितानुसारम् एकं परिपथं सज्जीकुर्वन्तु। अस्मिन् परिपथे प्रायः 0.5 m दीर्घस्य निक्रोमस्य तन्त्री XY, एका धारामापी, एका परीवर्तमापी तथा च चत्वारः विद्युत्कोशाः यत्र प्रत्येकम् 1.5 V इत्यस्य स्यात् , योजयन्तु (निक्रोमः रूपकस्य, वर्णातोः , चुम्बकस्य तथा च अयसः एकः मिश्रधातुः अस्ति)



चित्रम् 12.2 ओमस्य नियमस्य अध्ययनार्थं विद्युत्परिपथः

- सर्वस्मात् प्राक् परिपथे विद्युद्धारायाः स्रोतसः रूपेण केवलम् एकस्य विद्युत्कोशस्य उपयोगं कुर्वन्तु। परिपथे निक्रोमतन्त्र्या XY प्रवाहिविद्युद्धारायाः कृते धारामाप्याः पाठ्याङ्कं I, तन्त्र्याः कोणयोः मध्ये विभावान्तराय परीवर्तमाप्याः V पाठ्याङ्कं स्वीकुर्वन्तु। एतान् दत्तायां सारण्यां लिखन्तु।
- एतदनन्तरं परिपथे द्वौ विद्युत्कोशौ योजयन्तु तथा च निक्रोमतन्त्र्यां प्रवाहि- विद्युद्धारायाः तथा च अस्याः कोणानां मध्ये विभवान्तरस्य मानं ज्ञातुं धारामाप्याः तथा च परीवर्तमाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- उपर्युक्तान् चरणान्, पूर्वं त्रयाणां विद्युत्कोशानां तथा च पुनः चतुर्णां विद्युत्कोशानां परिपथे पृथक् पृथक् योजयित्वा आवर्तयन्तु।
- विभवान्तरं V तथा च I विद्युद्धारायाः प्रत्येकं युगलार्थम् अनुपातेन V/I गणयन्तु।
- V तथा च I इत्यस्य मध्ये रेखां कर्षन्तु तथा च अस्याः रेखायाः प्रकृतेः प्रेक्षणं कुर्वन्तु।

क्रमसङ्ख्या	परिपथे युक्तानां विद्युत्कोशानां सङ्ख्या	निक्रोमतन्त्र्या प्रवाहिता विद्युद्धारा I (A)	निक्रोमतन्त्र्याः कोणेषु विभवान्तरं V (V)	V/I (परीवर्तः/ ऐम्पियर)
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			



चित्रम् 12.3

निक्रोमतन्त्यर्थं आलेखः V-I। सरलरेखीयः आलेखः एतत् दर्शयति यत् यथा यथा तन्त्र्यां प्रवाहिता विद्युद्धारा वर्धते तथा तथा विभवान्तरं रेखातः वर्धते। एषः एव ओमस्य नियमः अस्ति।

अस्मिन् क्रियाकलापे भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् प्रत्येकं प्रकरणे V/1 इत्यस्य प्रायः एकम् एव मानं प्राप्तं भवति। एवं प्रकारेण V-I आलेखं 12.3 चित्रे दर्शितानुसारं मूलबिन्दोः निर्गच्छन्ती काचित् सरला रेखा भवति। एवं प्रकारेण, V/I एकः निश्चितः अनुपातः अस्ति।

1827 तमे संवत्सरे जर्मनभौतिकविज्ञानी जार्ज साईमन ओमः, कस्यचित् धातोः तन्त्र्यां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः तथा च तस्याः कोणस्य मध्ये विभवान्तरे परस्परं सम्बन्धं परिज्ञातवान्। एकस्मिन् विद्युत्परिपथे धातोः तन्त्र्याः द्वयोः कोणयोः मध्ये विभवान्तरं तत्र प्रवाहिन्याः विद्युद्धारायाः समानुपाति भवति, किन्तु तन्त्र्याः तापः समानः भवेत्। एषः ओमस्य नियमः कथ्यते। अन्यशब्देषु -

$$V \propto I \qquad (12.4)$$

अथवा $V/I = \text{नियताङ्कः} = R$

अथवा $V = IR \qquad (12.5)$

(12.5) समीकरणे कस्मैचित् दत्ताय धातवे, दत्ते तापे R एकः नियताङ्कः अस्ति यः तन्त्र्याः प्रतिरोधः कथ्यते। कस्यचित् चालकस्य एषः गुणः अस्ति यत् सः स्वस्मिन् प्रवाहिणः आवेशस्य प्रवाहस्य विरोधं करोति। प्रतिरोधस्य SI मात्रकम् ओमः अस्ति, एतत् ग्रीकभाषायाः Ω शब्देन निरूप्यते। ओमस्य नियमानुसारं

$$R = V/I \qquad (12.6)$$

यदि कस्यचित् चालकस्य द्वयोः भागयोः मध्ये विभवान्तरम् 1 V अस्ति तथा च तस्मात् 1 A विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति, तदा तस्य चालकस्य प्रतिरोधः R, 1 Ω भवति।

$$1 \text{ ओमः} = \frac{1 \text{ परीवर्तः}}{1 \text{ ऐम्पियर}}$$

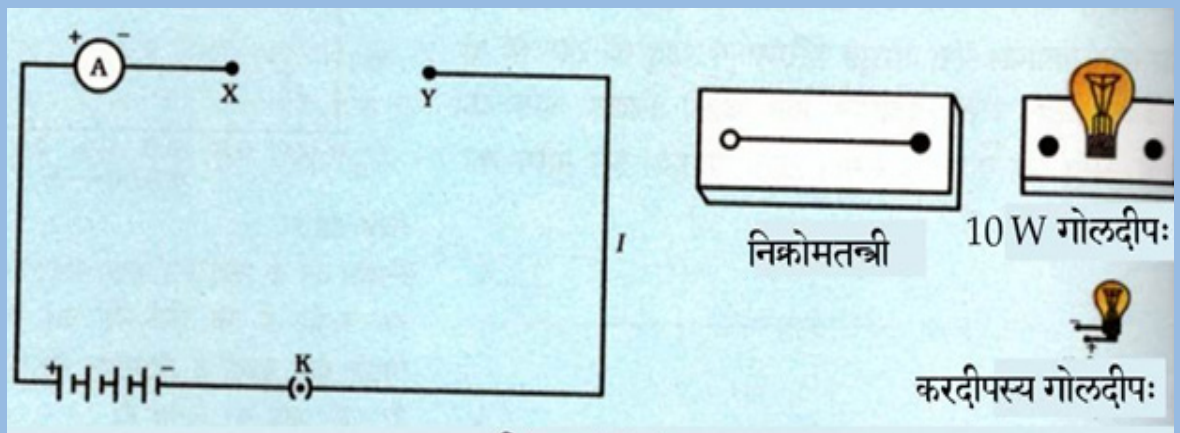
(12.5) समीकरणात् अस्माभिः एषः सम्बन्धः अपि प्राप्तः भवति -

$$I = V/R$$

(12.7) समीकरणात् स्पष्टम् अस्ति यत् कस्माच्चित् प्रतिरोधकात् प्रवाहिविद्युद्धारा तस्य प्रतिरोधस्य व्युत्क्रमानुपातिनी भवति। यदि प्रतिरोधः द्विगुणितः भवेत् तर्हि विद्युद्धारा अर्धम् अवशिष्यते। व्यवहारे बहु वारं कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे विद्युद्धारायाः अपक्षयः अथवा वर्धनम् आवश्यकं भवति। स्रोतसः परीवर्तितायां किमपि परिवर्तनम् अकृत्वा परिपथस्य विद्युद्धारां नियन्त्रयितुम् उपयुज्यमानाः अवयवाः **परिवर्तिनः प्रतिरोधाः** कथ्यन्ते। कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे परिपथस्य प्रतिरोधं परिवर्तयितुं प्रायः काचित् युक्तिः उपयुज्यते या धारानियन्त्रकं कथ्यते। अधुना वयम् अधः दत्तस्य क्रियाकलापस्य साहाय्येन कस्यचित् चालकस्य विद्युत्प्रतिरोधस्य विषये अध्ययनं करिष्यामः।

क्रियाकलापः 12.8

- एकां निक्रोमतन्त्रीम्, एकं करदीपस्य गोलदीपं तथा च एकां धारामापीं (0-5 A परिसरः), एकाम् अवकीलककुञ्चिकां तथा च काञ्चित् संयोजकतन्त्रीं स्वीकुर्वन्तु।
- चतुरः शुष्कान् विद्युत्कोशान् (प्रत्येकं 1.5 V) श्रेणीक्रमे धारामाप्या संयोज्य 12.4 चित्रे दर्शितानुसारं परिपथे एकम् XY अन्तरालं त्यक्त्वा एकं परिपथं निर्मान्तु।



चित्रम् 12.4

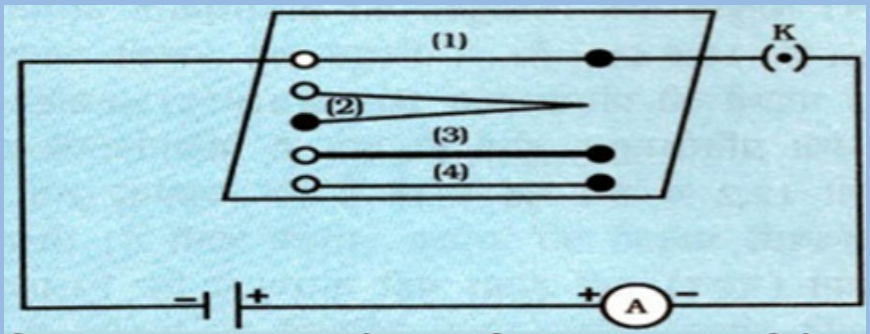
- XY अन्तराले निक्रोमतन्त्रीं योजयित्वा परिपथं पूरयन्तु। कुञ्चिकां योजयन्तु। धारामाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु। अवकीलकात् कुञ्चिकां बहिः निष्कासयन्तु (अवधानं कुर्वन्तु - परिपथस्य धारा मापनात्परं सदैव अवकीलकात् कुञ्चिकां बहिः निष्कासयन्तु)।
- निक्रोमतन्त्र्याः स्थाने XY अन्तराले करदीपस्य गोलदीपं परिपथे योजयन्तु तथा च धारामाप्याः पाठ्याङ्कं स्वीकृत्य गोलदीपेन प्रवाहितां विद्युद्धारां मापयन्तु।
- XY अन्तराले विभिन्नान् अवयवान् योजनेन धारामाप्याः पाठ्याङ्काः भिन्नाः भिन्नाः सन्ति? उपर्युक्तं निरीक्षणं कं सङ्केतं करोति?
- भवन्तः XY अन्तराले कस्यचित् अपि पदार्थस्य अवयवं योजयित्वा एतं क्रियाकलापम् आवर्तयितुं शक्नुवन्ति। प्रत्येकं स्थितौ धारामाप्याः पाठ्याङ्कस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। एतेषां प्रेक्षणानां विश्लेषणं कुर्वन्तु।

अस्मिन् क्रियाकलापे वयम् एतत् अवलोकयामः यत् विभिन्नानाम् अवयवानां कृते विद्युद्धारा भिन्ना अस्ति। एतत् भिन्नं किमर्थम् अस्ति? केचन अवयवाः विद्युद्धारायाः प्रवाहाय सरलपथं प्रददति यर्हि अन्ये एतस्य प्रवाहस्य विरोधं कुर्वन्ति। वयम् एतत् जानीमः यत् विद्युदणूनां कस्मिंश्चित् परिपथे गतेः कारणेन एव परिपथे काचित् विद्युद्धारा निर्मिता भवति। तथापि, चालकस्य अन्तः विद्युदणवः गतिं कर्तुं पूर्णतया स्वतन्त्राः भवन्ति। येषां परमाणूनां मध्ये एते गतिं कुर्वन्ति तेषाम् एव आकर्षणेन एतेषां गतिः नियन्त्रिता भवति। एवं प्रकारेण कस्माच्चित् चालकात् भूत्वा विद्युदणूनां गतिः तस्य प्रतिरोधेन मन्दा भवति। एकसमान-आकारस्य चालकेषु सः चालकः यस्य प्रतिरोधः न्यूनः भवति सः अधिकः उत्तमः चालकः भवति। सः चालकः यः पर्याप्तं प्रतिरोधं करोति सः प्रतिरोधकः कथ्यते। सर्वसमाकारस्य सः अवयवः यः उच्चप्रतिरोधं योजयति सः हीनचालकः कथ्यते। समानाकारकः कश्चन विद्युद्रोधी इतोऽपि अधिकं प्रतिरोधं करोति।

12.5 सः कारकः यस्मिन् कस्यचित् चालकस्य प्रतिरोधः आश्रितः भवति

क्रियाकलापः 12.8

- एकः विद्युत्कोशः, एका धारामापी, दीर्घतमा एका निक्रोमतन्त्री (यथा (1) द्वारा चिह्नितम्) तथा च एका अवकीलककुञ्चिका 12.5 चित्रे दर्शितुसारं योजयित्वा एकं विद्युत्परिपथं पूर्णं कुर्वन्तु



चित्रम् 12.5 तान् कारकान् येषु कस्याश्चित् चालकतन्त्र्याः प्रतिरोधः आश्रितः भवति, तेषाम् अध्ययनस्य कृते विद्युत्परिपथः

- अधुना अवकीलके कुञ्चिकां योजयन्तु। धारामाप्यां विद्युद्धाराम् अभिलिखन्तु।
- एतां निक्रोमतन्त्रीम् अन्यनिक्रोमतन्त्र्या प्रतिष्ठापयन्तु, यस्याः स्थूलता समाना किन्तु दीर्घता द्विगुणिता भवेत्, अर्थात् 2I दीर्घां तन्त्रीं स्वीकुर्वन्तु या 12.5 (2) द्वारा चित्रे चिह्निता अस्ति।
- धारामाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- अधुना एतां तन्त्रीं t समानदीर्घतायाः निक्रोमस्य स्थूलतन्त्र्या (3) चिह्नितया) प्रतिष्ठापयन्तु। स्थूलतन्त्र्याः अनुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफलम् अधिकं भवति। परिपथे प्रवाहितां विद्युद्धारां पुनः अभिलिखन्तु।
- निक्रोमतन्त्र्याः स्थाने ताम्रस्य तन्त्रीं {(12.5) चित्रे यत्र (4) चिह्नं निर्मितम् अस्ति)} परिपथे योजयन्तु। चिन्तयन्तु एषा तन्त्री निक्रोमस्य तन्त्री यत्र (1) चिह्नितम् अस्ति, इत्यस्य समानदीर्घा तथा च समानानुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफलस्य अस्ति। विद्युद्धारायाः मानम् अभिलिखन्तु।
- प्रत्येकं प्रकरणे विद्युद्धारायाः मानेषु भिन्नतां ध्यानेन पश्यन्तु।
- किं विद्युद्धारा चालकस्य दीर्घताम् आश्रयति?
- किं विद्युद्धारा उपयुज्यमानायाः तन्त्र्याः अनुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफलम् आश्रयति?

एतत् प्राप्तम् अस्ति यत् यदा तन्त्र्याः दीर्घता द्विगुणिता क्रियते तदा धारामाप्याः पाठ्याङ्कः अर्धं भवति। परिपथे समानपदार्थस्य तथा च समानदीर्घतायाः स्थूलतन्त्रीयोजनेन धारामाप्याः पाठ्याङ्कः वर्धते। धारामाप्याः पाठ्याङ्के तदा अपि भिन्नता आगच्छति यदा परिपथे भिन्नपदार्थाः किन्तु समानदीर्घतायाः तथा च समानानुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफलस्य तन्त्रीं योजयन्ति। ओमस्य नियमस्य (समीकरणं 12.5) – (12.7) इत्यस्य अनुप्रयोगेण वयं प्राप्नुमः यत् कस्यचित् चालकस्य प्रतिरोधः (क) चालकस्य दीर्घता (ख) तस्य अनुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफलं तथा च (ग) तस्य पदार्थः प्रकृतिम् आश्रयति। परिशुद्धमापनम् एतत् दर्शयति यत् कस्यचित् धातोः एकसमानचालकस्य प्रतिरोधः तस्य दीर्घतायाः (t) इत्यस्य अनुक्रमानुपाती तथा च तस्य अनुप्रस्थछेदस्य (A) क्षेत्रफलं व्युत्क्रमानुपाति भवति।

अर्थात् $R \propto l$ (12.8)

तथा च $R \propto 1/A$ (12.9)

(12.8) तथा च (12.9) समीकरणानां संयोजनेन अस्माभिः प्राप्तं भवति

$$R \propto \frac{I}{A} \qquad R = p\frac{I}{A} \qquad (12.10)$$

अत्र p (rho) समद्विभुजस्य आनुपातिकता स्थिराङ्कः अस्ति यः चालकपदार्थस्य वैद्युतप्रतिरोधकता कथ्यते। प्रतिरोधकतायाः SI मात्रकम् Ωm अस्ति। एषः कस्यचित् पदार्थस्य अभिलाक्षणिकः गुणधर्मः अस्ति। धातूनां तथा च मिश्रधातूनां प्रतिरोधकता अतीव न्यूना भवति यस्य परिसरः 10-8 ΩM तः 10-6 Ωm अस्ति। एते विद्युतः उत्तमचालकाः सन्ति। घृषिसदृशानां तथा च काचसदृशानां विद्युद्रोधिपदार्थानां प्रतिरोधकता 1012 तः 1017 Ωm कोटेः भवति। कस्यचित् पदार्थस्य प्रतिरोधः तथा च प्रतिरोधकता उभयमपि तापे परिवर्तनेन सह परिवर्तते।

12.2 सारण्यां वयम् एतत् पश्यामः यत् व्यापकरूपेण मिश्रातूनां प्रतिरोधकता तस्य अवयविधातूनाम् अपेक्षया अधिका भवति। मिश्रधातूनाम् उच्चतापे शीघ्रम् एव दहनं (उपचयनं) न भवति। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् मिश्रातूनाम् उपयोगः विद्युत्-समीकरः, भूर्जित्रम् इत्यादीनां सामान्यविद्युत्-तापयुक्तीनां निर्माणे क्रियते। गोलदीपानां तन्तुनिर्माणे तु केवलं चण्डातोः एव उपयोगः क्रियते, यर्हि ताम्रस्य तथा च स्फटयातोः उपयोगः विद्युत्सञ्चरणस्य कृते उपयुज्यमानानां तन्त्रीणां निर्माणे क्रियते।

सारणी 12.2 20 oC इत्यत्र केषाञ्चन पदार्थानां वैद्युतप्रतिरोधकता

	पदार्थाः	प्रतिरोधः (Ω m)
चालकः	रजतम्	1.60×10^{-8}
	ताम्रम्	1.62×10^{-8}
	स्फटयातुः	2.63×10^{-8}
	चण्डातुः	5.20×10^{-8}
	रूपकम्	6.84×10^{-8}
	लौहः	10.0×10^{-8}
	वर्णातुः	12.9×10^{-8}
	पारदः	94.0×10^{-8}
	चुम्बकम्	1.84×10^{-6}
मिश्रातवः	कांस्टेण्टन (cu, तथा च Ni अस्य मिश्रातुः)	49×10^{-6}
	चुम्बकम् (Cu, Mn तथा च Ni अस्य मिश्रातुः)	44×10^{-6}
	निक्रोमः (Ni, Cr Mn तथा च Fe अस्य मिश्रातुः)	100×10^{-6}
विद्युद्रोधी	काचः	$10^{10} - 10^{14}$
	कठोरः	$10^{13} - 10^{16}$
	कुदारघृषिः	$10^{15} - 10^{17}$
	वज्रम्	$10^{12} - 10^{13}$
	कर्गदम् (शुष्कम्)	10^{12}

*भवताम् एतेषां मानानां स्मरणस्य आवश्यकता नास्ति। एतेषां मानानाम् उपयोगं भवन्तः आङ्किकप्रश्नान् समाधातुं कर्त्तुं शक्नुवन्ति।

उदाहरणम् 12.3

(a) यदि कस्यचित् गोलदीपस्य तन्तूनां प्रतिरोधः 1200 Ω अस्ति तर्हि एषः गोलदीपः 220V स्रोतसः कियतीं विद्युद्धारां स्वीकरिष्यति? (b) यदि कस्याश्चित् उष्णीकरण्याः कुण्डलप्रतिरोधः 100Ω अस्ति तर्हि एषा उष्णीकरणी (Heater) 220V स्रोतसः कियतीं धारां स्वीकरिष्यति?

समाधानम्

(a) अस्माकं कृते दत्तम् अस्ति V = 220V; R = 1200Ω

(12.6) समीकरणात् विद्युद्धारा I = 220 V/1200Ω

=0. 18 A

(b) अस्माकं कृते दत्तम् अस्ति V = 220V; R = 100Ω

(12.6) समीकरणात् विद्युद्धारा I = 220 V/100Ω

= 2. 2 A

220 V इत्यस्य समानविद्युत्स्रोतसः गोलदीपेन तथा च उष्णीकरण्या स्वीक्रियमाणानां विद्युद्धाराणां भिन्नतायाम् अवधानं कुर्वन्तु।

उदाहरणम् 12.4

यदा काचित् उष्णीकरणी विद्युत्स्रोतसः 4 A विद्युद्धारां स्वीकरोति तदा तस्य स्थानकयोः मध्ये विभवान्तरं 60 V अस्ति। तस्मिन् समये उष्णीकरणी कियतीं विद्युद्धारां स्वीकरिष्यति यदा विभवान्तरं 120 V पर्यन्तं वर्धितं भविष्यति?

समाधानम्

अस्माकं कृते दत्तम् अस्ति, विभवान्तरम् V = 60 V, विद्युद्धारा I = 4 A

ओमनियमस्य अनुसारम्, $R = \frac{V}{I} = \frac{60\ V}{4\ A} = 15\ \Omega$

यदा विभवान्तरं वर्धयित्वा 120 V क्रियते, तदा

विद्युद्धारा $I = \frac{V}{R} = \frac{120\ V}{15\ \Omega} = 8\ A$

अर्थात्, तदा उष्णीकरण्या प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः मानं 8 A भवति।

उदाहरणम् 12.5

कस्यचित् धातोः 1 दीर्घतन्त्र्याः 20 oc इत्यस्मिन् वैद्युतप्रतिरोधः 26 Ωअस्ति। यदि तन्त्र्याः व्यासः 0.3 mm अस्ति, तर्हि अस्मिन् तापे धातोः वैद्युतप्रतिरोधकता का अस्ति? 12.2 सारण्याः उपयोगं कृत्वा तन्त्र्याः पदार्थस्य भविष्यवाणीं कुर्वन्तु।

समाधानम्

अस्माकं कृते दत्तः अस्ति तन्त्र्याः प्रतिरोधः R = 26Ω,

व्यासः d = 0.3 mm = 3 x10-4 m, तथा च तन्त्र्याः दीर्घता l = 1 m

अतः (12.10) समीकरणात्, दत्तस्य धातोः तन्त्र्याः वैद्युतप्रतिरोधकता

$P = (RA/l) = (R\pi d2/4l)$

मानानां प्रतिष्ठापनेन अस्माभिः प्राप्तं भवति

$P = 1.84 \times 10\text{-}6\Omega m$

एवं प्रकारेण दत्तायाः तन्त्र्याः धातोः 20 oC इत्यस्मिन् वैद्युतप्रतिरोधकता $1.84 \times 10\text{-}6\ \Omega$ m अस्ति। 12.2 सारण्यां वयं पश्यामः यत् चुम्बकस्य वैद्युतप्रतिरोधकतायाः मानम् एतत् एव अस्ति।

उदाहरणम् 12.6

दत्तस्य पदार्थस्य कस्याश्चित् दीर्घतायाः तथा च A स्थूलतन्त्र्याः प्रतिरोधः 4Ωअस्ति। अस्य एव पदार्थस्य कस्याश्चित् अन्यस्याः तन्त्र्याः प्रतिरोधः कः भविष्यति यस्य दीर्घता 1/2 तथा च स्थूलता 2A अस्ति?

समाधानम्

प्रथमतन्त्र्याः कृते

$$R1 = p\frac{1}{A}$$

$$= 4\ \Omega$$

द्वितीयतन्त्र्याः कृते

$$R2 = p\frac{I/2}{2A}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot p\frac{I}{A}$$

$$= \frac{1}{4}\ R_1$$

$$= \frac{1}{4} \times 4\Omega$$

$$= 1\Omega$$

अतः तन्त्र्याः नूतनप्रतिरोधः 1Ωअस्ति।

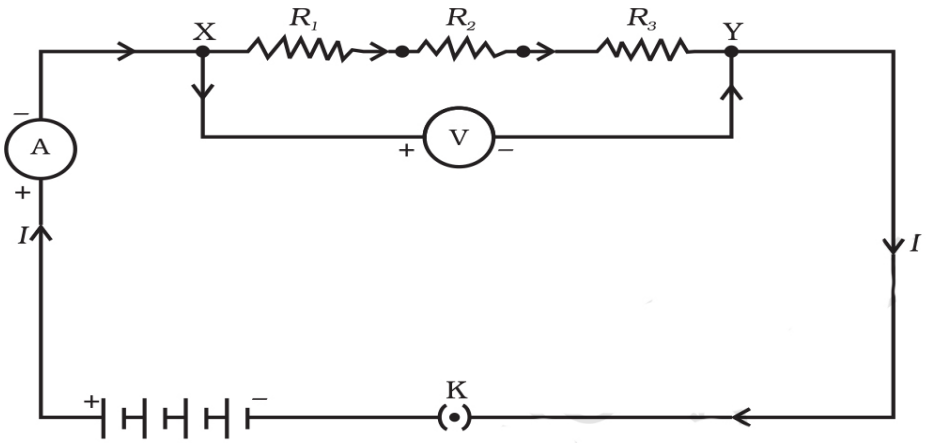
प्रश्नाः

1. कस्यचित् चालकस्य प्रतिरोधः कान् कारकान् आश्रयति?
2. समानपदार्थयोः द्वयोः तन्त्र्योः यदि एकः कृशः तथा च अपरः स्थूलः भवति तर्हि एतेषु कस्मिन् विद्युद्धारा सरलतया प्रवाहिता भविष्यति यर्हि ते समानविद्युत्स्रोतसा संयोज्यन्ते? किमर्थम्?
3. चिन्तयन्तु कस्यचित् वैद्युत-अवयवस्य द्वयोः भागयोः मध्ये विभवान्तरं तस्य पूर्वस्य विभवान्तरस्य तुलनायां न्यूनीकृत्य अर्धं कृतं चेत् अपि तस्य प्रतिरोधः निश्चितः भवति। तदा तस्मात् अवयवात् प्रवहन्त्यां विद्युद्धारायां किं परिवर्तनं भविष्यति?
4. विद्युत्-भूर्जित्रस्य तथा च समीकरस्य तापन-अवयवाः शुद्धधातोः न निर्माय केनचित् मिश्रधातुना किमर्थं निर्मीयन्ते?
5. निम्नलिखितानां प्रश्नानाम् उत्तरं 12.2 तालिकायां दत्तानां सङ्ख्यानाम् आधारेण यच्छन्तु ;
   (a) (Fe) लौहे तथा च (Hg) पारदे कः उत्तमः विद्युतः चालकः अस्ति?
   (b) कः पदार्थः सर्वश्रेष्ठचालकः अस्ति?

12.6 प्रतिरोधकानां व्यवस्थायाः प्रतिरोधः

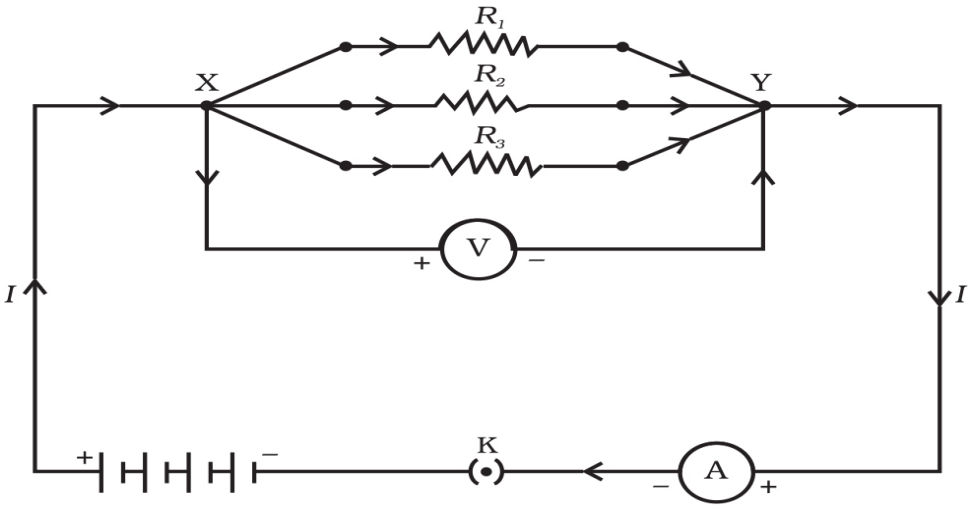
गते अनुभागे अस्माभिः केषाञ्चन सरलविद्युतः परिपथानां विषये शिक्षितम् आसीत्। अस्माभिः एतत् दृष्टं यत् कस्माच्चित् चालकात् प्रवहन्त्याः विद्युद्धारायाः मानं केन प्रकारेण तस्य प्रतिरोधानां तथा च तस्य भागानां मध्ये विभवान्तरम् आश्रयति। विविधप्रकारकेषु विद्युत्-उपकरणेषु तथा च युक्तिषु वयं प्रायः प्रतिरोधकानां विविधसंयोजनानि पश्यामः। अतः अधुना अस्माभिः एतत् चिन्तनीयं यत् प्रतिरोधकानां संयोजनेषु ओमस्य नियमः केन प्रकारेण अनुप्रयोक्तुं शक्यते?

प्रतिरोधकानां परस्परं संयोजनस्य द्वौ विधी स्तः। 12.6 चित्रे एकः विद्युत्परिपथः दर्शितः अस्ति यस्मिन् R1, R2 तथा च R3 प्रतिरोधकस्य त्रयः प्रतिरोधकाः एकभागेन अपरभागं मेलयित्वा योजिताः सन्ति। प्रतिरोधकानाम् एतत् संयोजनं श्रेणीक्रमसंयोजनं कथ्यते।



चित्रम् 12.6 श्रेणीक्रमे संयोजितः प्रतिरोधकः

12.7 चित्रे प्रतिरोधकानाम् एकम् एतादृशं संयोजनं दर्शितम् अस्ति यस्मिन् त्रयः प्रतिरोधकाः एकसार्धं तथा च मध्ये संयोजिताः सन्ति। प्रतिरोधकानाम् एतादृशं संयोजनं पार्श्वक्रमसंयोजनं कथ्यते।



चित्रम् 12.7 पार्श्वक्रमे संयोजितः प्रतिरोधकः

12.6.1 श्रेणीक्रमे संयोजितः प्रतिरोधकः

यदा बहून् प्रतिरोधकान् श्रेणीक्रमे संयोजयामः तदा परिपथे प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः किं भवति तेषां तुल्यः प्रतिरोधः कः भवति आगच्छन्तु एतं निम्नलिखितस्य क्रियाकलापस्य साहाय्येन अवगन्तुं प्रयासं कुर्मः।

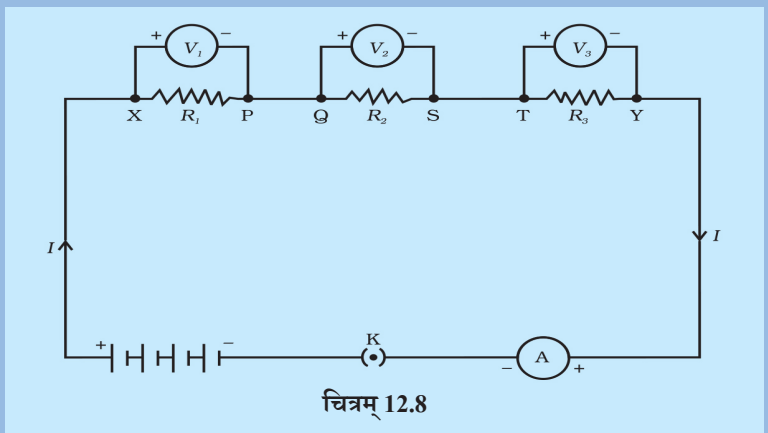
क्रियाकलापः 12.4

- विभिन्नमानानां त्रीन् प्रतिरोधकान् श्रेणीक्रमे योजयन्तु। 12.6 चित्रे दर्शितानुसारम् एतान् एकेन यन्त्रेण, एकया धारामाप्या तथा च एकया अवकीलककुञ्चिकया संयोजयन्तु। भवन्तः 1Ω ,2 Ω, 3 Ω आदि मानानां प्रतिरोधकानाम् उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति तथा च क्रियाकलापाय 6 V यन्त्रम् उपयोगे आनेतुं शक्नुवन्ति।
- कुञ्चिकाम् अवकीलके योजयन्तु तथा च धारामाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- धारामाप्याः स्थितिः द्वयोः प्रतिरोधकयोः मध्ये कुत्रचित् अपि परिवर्तयितुं शक्यते। प्रतिवारं धारामाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- किं भवन्तः धारामापीद्वारा विद्युद्धारायाः माने कामपि भिन्नतां प्राप्नुवन्ति?

भवन्तः एतत् द्रक्ष्यन्ति यत् धारामाप्यां विद्युद्धारायाः मानं तदेव भवति, एतत् परिपथे धारामाप्याः स्थितिं न आश्रयति। अस्य तात्पर्यम् एतत् अस्ति यत् प्रतिरोधकानां श्रेणीक्रमसंयोजने परिपथस्य प्रत्येकं भागे विद्युद्धारा समाना भवति अर्थात् प्रत्येकं प्रतिरोधकात् समाना विद्युद्धारा प्रवहति।

क्रियाकलापः 12.5

- 12.4 क्रियाकलापे 12.8 चित्रे दर्शितानुसारं त्रयाणां प्रतिरोधकानां श्रेणीक्रमसंयोजनस्य X तथा च Y भागानां मध्ये एकं परीवर्तमानं योजयन्तु।



चित्रम् 12.8

- परिपथे अवकीलके कुञ्चिकां योजयन्तु तथा च परीवर्तमाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु। अनेन अस्माभिः श्रेणीक्रमसंयोजनस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं ज्ञायते। चिन्तयन्तु एतत् V अस्ति। अधुना यन्त्रस्य द्वयोः स्थानकयोः मध्ये विभवान्तरम् अभिलिखन्तु। एतयोः द्वयोः मानयोः तुलनां कुर्वन्तु।

- अवकीलके कुञ्चिकां योजयन्तु तथा च पूर्वं प्रतिरोधकस्य भागानां मध्ये विभवान्तरस्य मापनं कुर्वन्तु। चिन्तयन्तु एतत् V1 अस्ति।
- एतेन एव प्रकारेण अन्ययोः द्वयोः प्रतिरोधकयोः भागानां मध्ये पृथक् पृथक् विभवान्तरस्य मापनं कुर्वन्तु। चिन्तयन्तु एतानि मानानि क्रमशः V2 तथा च V3 सन्ति।
- V, V1, V2 तथा च V3 इत्येतेषां मध्ये सम्बन्धं व्युत्पन्नं कुर्वन्तु।
- अवकीलकात् कुञ्चिकां निष्कासयन्तु तथा च परीवर्तमापीम् अपि परिपथात् अपसारयन्तु। अधुना परीवर्तमापीं 12.8 चित्रे दर्शितानुसारं पूर्वं प्रतिरोधकस्य X तथा च P भागानां मध्ये योजयन्तु।

भवन्तः एतत् द्रक्ष्यन्ति यत् V विभवान्तरम् अन्येषां त्रयाणां V1, V2 तथा च V3 विभवान्तराणां योगस्य समानम् अस्ति। अर्थात् प्रतिरोधकस्य श्रेणीक्रमसंयोजनस्य भागानां मध्ये सम्पूर्णं विभवान्तरं वैयक्तिकप्रतिरोधकानां विभवान्तराणां योगस्य समानम् अस्ति। अर्थात्

$$V = V1 + V2 + V3 \qquad (12.11)$$

चिन्तयन्तु, यत् 12.8 चित्रं विद्युति दर्शिते परिपथे प्रवाहिता विद्युद्धारा I अस्ति। तदा प्रत्येकं प्रतिरोधकात् प्रवाहिता विद्युद्धारा अपि I अस्ति। श्रेणीक्रमे युक्तानाम् एतेषां त्रयाणां प्रतिरोधकानाम् एकः एतादृशः तुल्यः प्रतिरोधकः यस्य प्रतिरोधः R अस्ति, तेन प्रतिष्ठापनं सम्भवति यस्य परिपथे योजनेन अस्य भागेषु प्रतिरोधः V तथा च परिपथे प्रवाहिता धारा I सा एव भवति। सम्पूर्णे परिपथे ओमस्य नियमस्य अनुप्रयोगेण अस्माभिः प्राप्तं भवति -

$$V = I R \qquad (12.12)$$

त्रिषु प्रतिरोधकेषु पृथक् पृथक् ओमस्य नियमस्य अनुप्रयोगेण अस्माभिः प्राप्तं भवति -

$$V1 = I R1 \qquad (12.13[a])$$

$$V2 = I R2 \qquad (12.13[b])$$

तथा च $V3 = I R3$ (12.13[c])

(12.11) समीकरणात्

$$I R = I R1 + I R2 + I R3$$

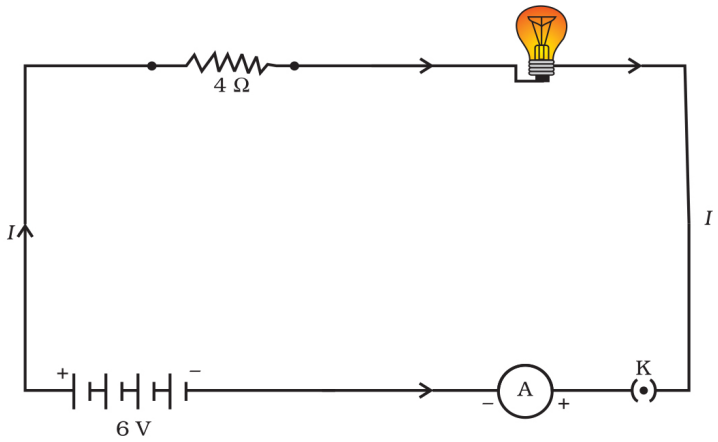
अथवा

$$Rs = R1 = R2 + R3 \qquad (12.14)$$

एवं प्रकारेण वयम् एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् यदा बहवः प्रतिरोधकाः श्रेणीक्रमे संयोजिताः भवन्ति तदा संयोजनस्य सम्पूर्णः प्रतिरोधः R1, R2 R3 इत्येतेषां योगस्य समानं भवति एवं प्रकारेण संयोजनस्य प्रतिरोधः कस्यचित् अपि वैयक्तिकप्रतिरोधकस्य प्रतिरोधात् अधिकः भवति।

उदाहरणम् 12.7

एकः विद्युद्दीपः यस्य प्रतिरोधः 20 अस्ति, तथा च 4 Ω एकस्य प्रतिरोधस्य चालकः 6 V इत्यस्य यन्त्रेण 12.9 चित्रे दर्शितानुसारं संयोजितः अस्ति। (a) परिपथस्य सम्पूर्णः प्रतिरोधः, (b) परिपथे प्रवाहिता विद्युद्धारा तथा च (c) विद्युद्दीपस्य तथा च चालकस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं गणयन्तु।



चित्रम्12.9 6 V इत्यस्य यन्त्रेण श्रेणीक्रमे संयोजितस्य एकस्य विद्युद्दीपस्य तथा च 4 Ω इत्यस्य एकः प्रतिरोधकः

समाधानम्

विद्युद्दीपस्य प्रतिरोधः R1 = 20 Ω

श्रोणीक्रमे संयोजितस्य चालकस्य प्रतिरोधः R2 = 4 Ω

तदा, परिपथे सम्पूर्णः प्रतिरोधः

$R = R_1 + R_2$

Rs = 20 Ω + 4 Ω = 24 Ω

यन्त्रस्य द्वयोः स्थानकयोः मध्ये सम्पूर्णं विभवान्तरम्

V = 6 V

अधुना, ओमस्य नियमानुसारं परिपथे प्रवाहिता सम्पूर्णा विद्युद्धारा

I = V/Rs

= 6 V/24 Ω

= 0.25 A

विद्युद्दीपे तथा च चालके ओमस्य नियमस्य पृथक् पृथक् अनुप्रयोगेण अस्माभिः विद्युद्दीपस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं प्राप्तं भवति -

V1 = 20 Ω x 0.25 A

= 5 V;

तथा च चालकस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं प्राप्तं भवति ;

V2 = 4 Ω x 0.25 A = 1 V

अधुना चिन्तयन्तु वयं विद्युद्दीपस्य तथा च चालकस्य श्रेणीक्रमसंयोजनं केनचित् एकेन तथा च तुल्यप्रतिरोधकेन प्रतिष्ठापयितुम् इच्छामः। अस्य तुल्यप्रतिरोधकस्य प्रतिरोधः एतावान् भवेत् यत् एतस्य 6 V यन्त्रस्य द्वाभ्यां स्थानकाभ्यां संयोजनेन परिपथे 0.25 A विद्युद्धारा प्रवाहिता भवेत्। तदा अस्य तुल्यप्रतिरोधस्य प्रतिरोधः R भविष्यति

$R = V/I$

$= 6\ V / 0.25\ A$

$= 24\ \Omega$

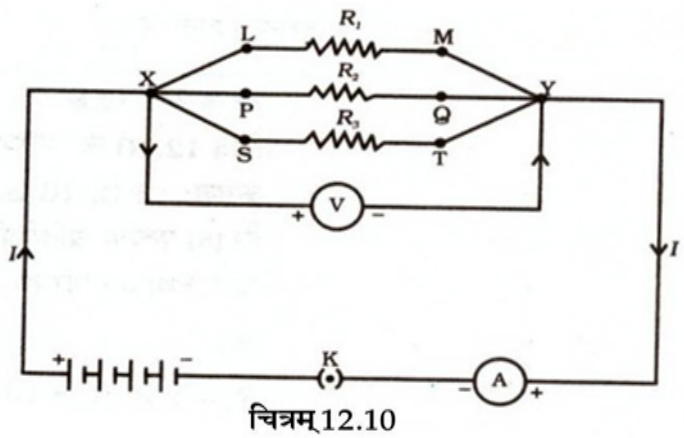
एषः श्रेणीक्रमः परिपथस्य सम्पूर्णः प्रतिरोधः अस्ति एषः द्वयोः प्रतिरोधयोः योगस्य समानः अस्ति।

प्रश्नाः

1. कस्यचित् विद्युत्परिपथस्य व्यवस्था-आरेखं कर्षन्तु यस्मिन् 2 V इत्यस्य तिसृणां कोशिकानां तथा च विद्युत्पेटिकानाम्, एकः 5 Ω प्रतिरोधकः, एकः 8 Ω प्रतिरोधकः, एकः 12 Ω प्रतिरोधकः तथा च एका अवकीलककुञ्चिका एतानि सर्वाणि अपि श्रेणीक्रमे संयोजितानि भवेयुः।
2. प्रथमप्रश्नस्य परिपथं द्वितीयवारं कर्षन्तु तथा च अस्मिन् प्रतिरोधकात् प्रवाहितां विद्युद्धारां मापितुं धारामाप्याः तथा च 12 Ω प्रतिरोधकस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं मापितुं परीवर्तमापीं योजयन्तु। धारामाप्याः तथा च परीवर्तमाप्याः के पाठ्याङ्काः भविष्यन्ति?

12.6.2 पार्श्वक्रमे संयोजितः प्रतिरोधकः

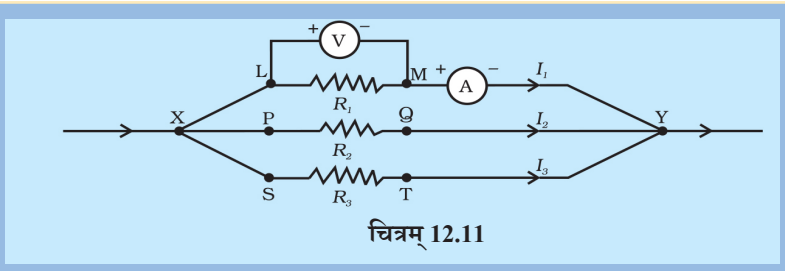
आगच्छन्तु अधुना 12.7 चित्रे दर्शितानुसारं, योजितानां कोशिकानाम् एकेन संयोजनेन (अथवा विद्युत्पेटिकया) पार्श्वक्रमे संयोजितानां त्रयाणां प्रतिरोधकानां व्यवस्थाविषये विचारं कुर्मः।



चित्रम् 12.10

क्रियाकलापः 12.6

- त्रयः प्रतिरोधकाः येषां प्रतिरोधः क्रमशः R1 R2 तथा च R3 अस्ति, तेषां पार्श्वसंयोजनं XY इत्यस्य निर्मान्तु। 12.10 चित्रे दर्शितानुसारम् एतत् संयोजनम् एकया विद्युत्पेटिकया, एकया अवकीलककुञ्चिकया तथा च एकया धारामाप्या संयोजितं कुर्वन्तु। प्रतिरोधकानां संयोजनस्य पार्श्वक्रमे एकां परीवर्तमापीम् अपि संयोजयन्तु।
- अवकीलके कुञ्चिकां योजयन्तु तथा च धारामाप्याः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु। चिन्तयन्तु विद्युद्धारायाः मानं I अस्ति। परीवर्तमाप्याः पाठ्याङ्कम् अपि अभिलिखन्तु। अनेन पार्श्वसंयोजनस्य भागानां मध्ये विभवान्तरं V प्राप्तं भवति। प्रत्येकं प्रतिरोधकस्य भागानां मध्ये विभवान्तरम् अपि V अस्ति। अस्य परीक्षणं प्रत्येकं प्रतिरोधकस्य भागेषु पृथक् पृथक् परीवर्तमापीं संयोज्य कर्त्तुं शक्यते (12.11 चित्रं पश्यन्तु)।



चित्रम् 12.11

- कुञ्चिकातः अवकीलकं बहिः निष्कासयन्तु। परिपथात् धारामापीं तथा च परीवर्तमापीं निष्कासयन्तु। 12.11 चित्रे दर्शितानुसारं धारामापीं प्रतिरोधकात् R_1 श्रेणीक्रमे संयोजयन्तु। धारामाप्याः I, पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- एतेन एव प्रकारेण R_1 तथा च R_2 इत्यस्मिन् प्रवहन्तीं धाराम् अपि मापयन्तु। चिन्तयन्तु एतेषां मानं क्रमशः I_1 तथा च I_2 अस्ति। I, I_1, I_2 तथा च I_3 इत्यस्मिन् कः सम्बन्धः अस्ति ?

एतत् प्राप्तं यत् सम्पूर्णा विद्युद्धारा I, संयोजनस्य प्रत्येकं शाखायां प्रवहन्तीनां पृथक् धाराणां योगस्य समाना अस्ति।

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad (12.15)$$

चिन्तयन्तु प्रतिरोधकानां पार्श्वसंयोजनस्य तुल्यः प्रतिरोधः Rp अस्ति। प्रतिरोधकानां पार्श्वसंयोजने ओमस्य नियमस्य प्रयोगेण अस्माभिः प्राप्तं भवति

$$I = V/R_p \qquad (12.16)$$

प्रत्येकं प्रतिरोधके ओमस्य नियमस्य प्रयोगेण अस्माभिः प्राप्तं भवति

$$I_1 = V/R_1;\ I_2 = V/R_2;\ \text{तथा च}\ I_3 = V/R_3 \qquad (12.17)$$

(12.15) तथा च (12.16) समीकरणात् अस्माभिः प्राप्तं भवति

$$V/R_p = V/R_1 + V/R_3$$

अथवा

$$I/R_p = I/R_1 + I/R_2 + I/R_3 \qquad (12.18)$$

एवं प्रकारेण वयं निष्कर्षं प्राप्तं शक्नुमः यत् पार्श्वक्रमेण संयोजितानां प्रतिरोधानां समूहस्य तुल्यप्रतिरोधस्य व्युत्क्रमः पृथक् प्रतिरोधानां व्युत्क्रमाणां योगस्य समानः भवति।

उदाहरणम् 12.8

12.10 चित्रस्य परिपथ-आरेखे चिन्तयन्तु R_1, R_2 तथा च R_3 प्रतिरोधकानां मानं क्रमशः 5 Ω, 10 Ω, 30 Ω अस्ति तथा च एते 12 V विद्युत्पेटिकया संयोजिताः सन्ति। (a) प्रत्येकं प्रतिरोधकात् प्रवाहितां विद्युद्धारां (b) परिपथे प्रवाहितां सम्पूर्णां विद्युद्धारां तथा च (c) परिपथस्य सम्पूर्णं प्रतिरोधं गणयन्तु।

समाधानम्

$R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$, तथा च $R_3 = 30\ \Omega$

विद्युत्पेटिकायाः भागेषु विभवान्तरम्, V = 12 V

प्रत्येकं व्यक्तिगतप्रतिरोधस्य भागेषु अपि विभवान्तरम् एतावत् एव अस्ति, अतः प्रतिरोधकात् प्रवाहितां विद्युद्धारां गणयितुं वयम् ओमस्य नियमस्य उपयोगं कुर्मः।

R1 तः प्रवाहिता विद्युद्धारा I1 $= V/R_1$

$I_1 = 12\ V/5\ \Omega = 2.4A$

R_2 तः प्रवाहिता विद्युद्धारा I2 = V/R2

I2 = 12 V/10 Ω = 1.2A

R_3 तः प्रवाहिता विद्युद्धारा I3 = V/R3

I3 = 12 V/30 Ω = 0.4A

परिपथात् प्रवहिता सम्पूर्णा धारा

I = I1 + I2 + I3

= (2.4 + 1.2 + 0.4) A

= 4 A

(12.18) समीकरणात् सम्पूर्णस्य प्रतिरोधस्य Rp, मानम् एवं प्रकारेण प्राप्तुं शक्यते।

1/Rp = 1/5 + 1/10 + 1/30 = 1/3

एवं प्रकारेण RP = 3 Ω

उदाहरणम् 12.9

12.12 चित्रे R1 = 10 Ω, R2 = 40 Ω. R3 = 30 Ω, R4 = 20 Ω, R5 60 Ω, अस्ति तथा च प्रतिरोधकानाम् एषः विन्यासः 12 इत्यनेन संयोज्यते। (a) परिपथे सम्पूर्णं प्रतिरोधं तथा च (b) परिपथे प्रवाहितां सम्पूर्णां विद्युद्धारां गणयन्तु।

समाधानम्

चिन्तयन्तु अस्मिन् पार्श्वक्रमे संयोजितौ द्वौ R_1 तथा च R_2 प्रतिरोधकौ कश्चन तुल्यः प्रतिरोधकः यस्य प्रतिरोधः R', अस्ति, इत्यनेन प्रतिष्ठापयन्ति। एवं प्रकारेण वयं पार्श्वक्रमे संयोजितान् त्रीन् R_3, R_4 तथा च R_5 प्रतिरोधकान् कश्चन अन्यः तुल्यप्रतिरोधकः यस्य प्रतिरोधं R'' द्वारा प्रतिष्ठापितं कुर्वन्ति। तदा (12.19) समीकरणस्य उपयोगेन अस्माभिः प्राप्तं भवति

1/R' = 1/10 + 1/40 = 5/40;

अर्थात् R' = 8 Ω

एतेन एव प्रकारेण 1/R'' = 1/30 + 1/20 + 1/60 = 6/60;

एतेन एव प्रकारेण, सम्पूर्णः प्रतिरोधः, R = R' + R''= 18 Ω

विद्युद्धारायाः मानं परिगणयितुम् ओमस्य नियमस्य उपयोगेन अस्माभिः प्राप्तं भवति

I = V/R = 12 V/18 Ω = 0.67 A

अस्माभिः दृष्टं यत् कस्मिंश्चित् श्रेणीबद्धे विद्युत्परिपथे आरम्भात् अन्तपर्यन्तं विद्युद्धारा निश्चिता भवति। एवं प्रकारेण स्पष्टरूपेण एतत् व्यावहारिकं नास्ति यत् वयं कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे गोलदीपं तथा च उष्णीकरणं श्रेणीक्रमे संयोजयेम। अस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् एतेषां कृते उचितप्रकारेण कार्यं कर्त्तुम् अतीव भिन्नमानानां विद्युद्धाराणाम् आवश्यकता भवति (12.3 उदाहरणं पश्यन्तु)। श्रेणीबद्धात् परिपथात् एका प्रमुखा हानिः एषा अस्ति

यत् यदा परिपथस्य एकः अवयवः कार्यं न करोति तदा परिपथः त्रुटितः भवति तथा च परिपथस्य अन्यः कश्चन अवयवः कार्यं

कर्त्तुं न शक्नोति। यदि भवन्तः पर्वसु, विवाहोत्सवादिषु भवनानां सज्जायां गोलदीपानाम् उपयुज्यमानानां सज्जगुच्छानाम् दर्शनं

कृतवन्तः तर्हि भवन्तः विद्युत्सीकरं परिपथे दोषयुक्तस्य स्थानस्य अन्वेषणे बहु समयं यापयन्तं दृष्टवन्तः स्युः यत् कथं सः निलीनान् गोलदीपान् अन्वेष्टुं सर्वेषां गोलदीपानां परीक्षणं करोति, निलीनान् गोलदीपान् परिवर्तयति। एतस्य विपरीतं पार्श्वक्रमस्य परिपथे विद्युद्धारा विभिन्नेषु विद्युद्यन्त्रेषु विभज्यते। पार्श्वपरिपथे सम्पूर्णः प्रतिरोधः (12.18) समीकरणस्य अनुसारं क्षीणः भवति। एषः विशेषरूपेण तदा सहायकः भवति यदा यन्त्राणां प्रतिरोधः भिन्नः भिन्नः भवति तथा च तस्य कृते उचितरूपेण कार्यं कर्त्तुं भिन्नायाः विद्युद्धारायाः आवश्यकता भवति।

प्रश्नाः

1 यदा (a) 1 Ω तथा च 103 तथा च Ω (b) 1 Ω, 106 Ω इत्यस्य प्रतिरोधाः पार्श्वक्रमे संयोज्यन्ते तदा एतेषां तुल्यप्रतिरोधानां सम्बन्धे भवन्तः कं निर्णयं स्वीकरिष्यन्ति।

2 100 Ω इत्यस्य एकः विद्युद्दीपः, 50 Ω इत्यस्य एकं भूर्जित्रं तथा च 500 Ω इत्यस्य एकः जलशोधकः, 220 V इत्यस्य विद्युत्स्रोतसा पार्श्वक्रमे संयोजिताः सन्ति। तस्य समीकरणस्य प्रतिरोधः कः अस्ति यं यदि समानस्रोतसा सह संयोजयेम तर्हि सः तावतीम् एव विद्युद्धारां स्वीकरोति यावतीं तिस्रः युक्तयः स्वीकुर्वन्ति। एतत् अपि जानन्तु यत् अनेन समीकरेण कियती विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति?

3 श्रेणीक्रमे संयोजनस्य स्थाने वैद्युतयुक्तीनां पार्श्वक्रमे संयोजनस्य के लाभाः सन्ति?

4 2 Ω, 3 Ω तथा च 6 Ω इत्यस्य त्रीन् प्रतिरोधकान् केन प्रकारेण संयोजयिष्यन्ति यत् संयोजनस्य सम्पूर्णः प्रतिरोधः (a) Ω, (b) 1 Ω भवेत्?

5. 4 Ω, 8 Ω, 12 Ω तथा च 24 Ω प्रतिरोधस्य चतस्रः कुण्डलीः केन प्रकारेण संयोजयेयुः तथा च संयोजनेन (a) उच्चतमः (b) निम्नतमः प्रतिरोधः प्राप्तः स्यात्?

12.7 विद्युद्धारायाः तापीयप्रभावः

वयं जानीमः यत् विद्युत्पेटिका अथवा कोशिकाः विद्युत्-ऊर्जायाः स्रोतांसि सन्ति। कोशिकानाम् अन्तः जायमाना रासायनिकी अभिक्रिया कोशिकायाः द्वयोः स्थानकयोः मध्ये विभवान्तरम् उत्पादयति, या विद्युत्पेटिकया संयोजितस्य कस्यचित् प्रतिरोधकस्य अथवा प्रतिरोधकानां कस्मिंश्चित् निकाये विद्युद्धारां प्रवाहयितुं विद्युदणुषु गतिं स्थापयति। वयम् 12.2 अनुभागे एतत् अधीतवन्तः यत् परिपथे विद्युद्धारां स्थापयितुं स्रोतसा स्व-ऊर्जा व्ययीकर्त्तव्या भवति। एषा ऊर्जा कुत्र गच्छति? विद्युद्धारायाः स्थापने, व्ययीभूतायाः स्रोतसः ऊर्जायाः केचन भागाः उपयुक्तस्य कार्यस्य करणे (यथा व्यजनस्य पक्षाणां भ्रामणे) उपयुक्ताः भवन्ति। स्रोतसः ऊर्जायाः शिष्टः भागः ताम् ऊष्माणम् उत्पादयितुं व्ययीभवति। या यन्त्राणां तापे वृद्धिं करोति। अस्य निरीक्षणं प्रायः वयं स्वदैनिकजीवने कुर्मः। उदाहरणार्थं वयं किमपि विद्युत्-व्यजनं निरन्तरं बहुकालं यावत् चालयामः चेत् तत् उष्णं भवति। एतस्य विपरीतं यदि विद्युत्परिपथः विशुद्धरूपेण प्रतिरोधकः अस्ति, अर्थात् विद्युत्पेटिकया केवलं प्रतिरोधकानाम् एकः समूहः एव संयोजितः अस्ति चेत् स्रोतसः ऊर्जा निरन्तरं पूर्णरूपेण ऊष्मरूपे क्षीणा भवति। एषः विद्युद्धारायाः तापीयप्रभावः कथ्यते। एतस्य प्रभावस्य उपयोगः उष्णीकरण्यां, समीकरणादिषु युक्तिषु क्रियते।

R प्रतिरोधकस्य कस्मिंश्चित् प्रतिरोधके विचारं कुर्वन्तु येन I विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। चिन्तयन्तु अस्य भागानां मध्ये विभवान्तरम् V अस्ति (12.13 चित्रम्) चिन्तयन्तु अनेन t समये Q आवेशः प्रवाहितः भवति। Q आवेशः V विभवान्तरेण प्रवहणार्थं कृतं कार्यम् VQ अस्ति। अतः स्रोतसा t समये VQ ऊर्जायाः आपूर्तिः करणीया। अतः स्रोतसा परिपथे निवेशिता शक्तिः

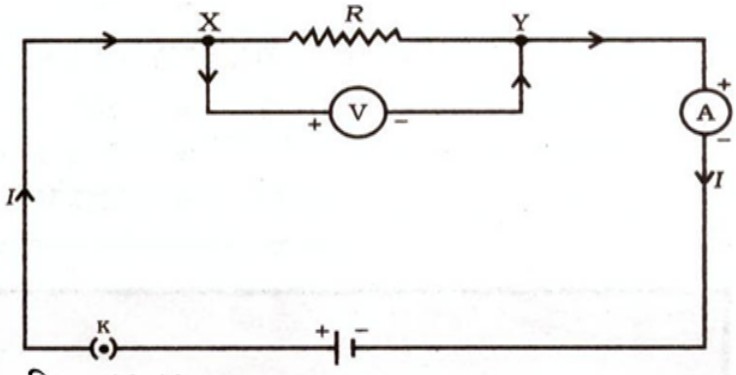
$$P = V\frac{Q}{t} = VI \qquad (12.19)$$

अर्थात् t समये स्रोतसा परिपथाय प्रदत्ता ऊर्जा P x t अस्ति यत् VIt इत्यस्य समानम् अस्ति। स्रोतसा व्ययीक्रियमाणायाः ऊर्जायाः किं भवति? एषा ऊर्जा ऊष्मरूपेण प्रतिरोधके क्षीणा भवति। एवं प्रकारेण कयाचित् स्थायिन्या I विद्युद्धारया t समये उत्पन्नायाः ऊष्मणः मात्रा

$$H = VIt \qquad (12.20)$$

ओमस्य नियमस्य (समीकरणम् 12.5) उपयोगेन अस्माभिः प्राप्तं भवति

$$H = I_2 Rt \qquad (12.21)$$



चित्रम् 12.13
विशुद्धप्रतिरोधकस्य विद्युत्परिपथे अपरिवर्तनशीला विद्युद्धारा

एषः जूलस्य तापननियमः कथ्यते। अनेन नियमेन एतत् स्पष्टम् अस्ति यत् कस्मिंश्चित् प्रतिरोधके उत्पद्यमाना ऊष्मा (i) दत्ते प्रतिरोधके प्रवाहिविद्युद्धारायाः वर्गस्य अनुक्रमानुपातिनी, (ii) दत्तायाः विद्युद्धारायाः कृते प्रतिरोधस्य अनुक्रमानुपातिनी तथा च (iii) तस्याः समयस्य अनुक्रमानुपातिनी भवति यस्याः कृते दत्तात् प्रतिरोधकात् विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। व्यावहारिकीषु परिस्थितिषु यदा एकं विद्युद्यन्त्रं केनचित् ज्ञातेन परीवर्तस्रोतसा संयोजयामः तदा I = V/R द्वारा तस्मात् यन्त्रात् प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः गणनानन्तरं (12.21) समीकरणस्य उपयोगं कुर्मः।

उदाहरणम् 12.10

कस्मिंश्चित् समीकरे अधिकतमतापनाय 840 W अनुपातेन ऊर्जा उपभुज्यते तथा च 360 W अनुपातेन तस्मिन् समये उपभुज्यते यदा तापनस्य अनुपातः निम्नतमः भवति। यदि विद्युत्स्रोतसः परीवर्तता 220 V अस्ति तर्हि द्वयोः प्रकरणयोः विद्युद्धारायाः तथा च प्रतिरोधस्य मानं गणयन्तु।

समाधानम्

(12.19) समीकरणात् वयम् एतत् जानीमः यत् निवेशशक्तिः

P = V I

एवं प्रकारेण विद्युद्धारा I = P/V

(a) यदा तापस्य अनुपातः अधिकतमः भवति, तदा

I = 840 W/220 V = 3.82 A;

तथा च विद्युत्समीकरस्य प्रतिरोधः

$R = V/I = V/3.82\ A = 57.60\ \Omega$

(b) यदा तापस्य अनुपातः निम्नतमः भवति, तदा

$I = 360\ W/220\ V = 1.64\ A;$

तथा च विद्युत्समीकरस्य प्रतिरोधः

$R = V/I = 220\ V/1.60\ A = 134.15\ \Omega$

उदाहरणम् 12.11

कस्माच्चित् 4 Ω प्रतिरोधकात् प्रतिपलम् 100 J ऊष्मा उत्पद्यमाना अस्ति। प्रतिरोधकस्य भागेषु विभवान्तरं जानन्तु।

समाधानम्

H =100 J, R = 4 Ω, T = 1 s, V = ?

(12.21) समीकरणात् अस्माभिः प्रतिरोधकेन प्रवाहिता I विद्युद्धारा प्राप्ता भवति

$I = \Omega[H/Rt]$

$= \Omega[100\ J/(4\ \Omega \times 1\ s)]$

$= 5\ A$

(12.5) समीकरणात् प्रतिरोधकस्य भागेषु V विभवान्तरं प्राप्तं भवति

$V = IR$

$= 5\ A \times 4\ \Omega$

$= 20\ V$

प्रश्नाः

1. कस्याश्चित् समीकरण्याः रज्जुः किमर्थम् उत्तप्ता न भवति यर्हि तस्याः तापनावयवाः उत्तप्ताः भवन्ति?
2. एकहोरायां 50 W विभवान्तरात् 96000 द्युभरावेशस्य स्थानान्तरीकरणे उत्पन्नाम् ऊष्माणं गणयन्तु।
3. 20 Ω प्रतिरोधस्य काचित् समीकरणी 5 A विद्युद्धारां स्वीकरोति। 30 s इत्यस्मिन् उत्पन्नाम् ऊष्माणं गणयन्तु।

12.7.1 विद्युद्धारायाः तापीयप्रभावस्य व्यावहारिकः अनुप्रयोगः

कस्मिंश्चित् चालके ऊष्मणः उत्पादनं विद्युद्धारायाः अवश्यम्भावी परिणामः अस्ति। बहुषु स्थितिषु एषः अवाञ्छनीयः भवति यतोहि सः उपयोगिनीं विद्युत्-ऊर्जाम् ऊष्मणि रूपान्तरितां करोति। विद्युत्परिपथेषु अपरिहार्यः तापः, परिपथस्य अवयवानां तापे वृद्धिं कर्त्तुं शक्नोति येन तेषां गुणेषु परिवर्तनं भवितुं शक्नोति। विद्युत्समीकरः, विद्युत् भूर्जित्रं, विद्युदापाकः विद्युद्गलन्तिका तथा च उष्णीकरणी जूलस्य तापने आधारिताः काश्चन सुपरिचिताः युक्तयः सन्ति।

विद्युत्तापस्य उपयोगः प्रकाशस्य उत्पादने अपि भवति यथा वयं गोलदीपे पश्यामः। अत्र गोलदीपस्य तन्तुः उत्पन्नाम् ऊष्माणं यावच्छक्यम् अवरुध्य स्थापयेत् येन सः अतीव तप्त्वा प्रकाशम् उत्पादयेत्। अनेन एतावति उच्चतापे न द्रवणीयम्। गोलदीपस्य तन्तूनां निर्माणाय

चण्डातोः (गलनाङ्कः 3380 oC) उपयोगः क्रियते यः उच्चगलनाङ्कस्य एकः प्रबलः धातुः अस्ति। विद्युद्रोधिनः उपयोगं कृत्वा तन्तूनां यथासम्भवं तापविगलनं निर्मातव्यम्। प्रायः गोलदीपेषु रासायनिकदृष्ट्या निष्क्रिया भूयातिः तथा च मन्दान्तिवातः पूर्यते येन तस्य तन्तूनाम् आयुषि वृद्धिः भवति। तन्तुद्वारा उपभुक्तायाः ऊर्जायाः अधिकांशः भागः ऊष्मरूपेण प्रकटीभवति, किन्तु अस्य एकः अल्पः भागः विकीर्णप्रकाशरूपेण अपि दृष्टिगोचरः भवति। जूलतापस्य एकः अन्यः सामान्यः उपयोगः विद्युत्परिपथेषु उपयुज्यमानः निलीनः अस्ति। एषः परिपथानां तथा च यन्त्राणां सुरक्षाम्, अनावश्यकरूपेण काञ्चित् अपि विद्युद्धारां तैः प्रवाहिताम् अकृत्वा, करोति। निलीनं युक्त्या सह श्रेणीक्रमे संयोजयन्ति। निलीनः कस्यचित् एतादृशधातोः अथवा मिश्रातोः तन्त्र्याः खण्डः भवति यस्य उचितगलनाङ्कः भवेत्, उदाहरणार्थम्, स्फटयातुः, ताम्रं, लौहः, सीसादयः। यदि परिपथे कस्माच्चित् निर्दिष्टमानात् अधिकमानस्य विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति तर्हि निलीनतन्त्र्याः तापे वृद्धिः भवति। अनेन निलीनतन्त्री द्रविता भवति तथा च परिपथे त्रुटिता भवति। निलीनतन्त्री प्रायः धातोः कोणे चीनमृत्सा अथवा एतादृशस्य विद्युद्विरोधिपदार्थस्य मषीकोशे स्थाप्यते। गृहस्य परिपथेषु उपयुज्यमानस्य निलीनस्य अनुमता विद्युद्धारा 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A आदयः भवन्ति। तस्य विद्युत्समीकरस्य परिपथे यत् 1 KW इत्यस्य विद्युत् शक्तिः तदा उपभुज्यते, यदा एतां 220 V इत्यस्मिन् प्रचालयन्ति, 1000 W/220 V = 4.54 A इत्यस्य विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। अस्मिन् प्रकरणे 5 A अनुमताङ्कस्य निलीनस्य उपयोगः करणीयः।

12.8 विद्युत्-शक्तिः

भवद्भिः स्वस्य गतकक्ष्यासु अधीतम् आसीत् यत् कार्यकरणस्य अनुपातः **शक्तिः** कथ्यते। ऊर्जायाः उपभुज्यमानः अनुपातः अपि शक्तिः कथ्यते।

(12.21) समीकरणात् वयं कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे उपभुक्तायाः अथवा क्षीणायाः विद्युत्-ऊर्जायाः अनुपातं प्राप्नुमः। एषा विद्युत्-शक्तिः अपि कथ्यते। P शक्तिम् एवं प्रकारेण व्यञ्जयन्ति

$$P = VI$$

अथवा $$P = I2R = V2/R \qquad (12.22)$$

विद्युत्-शक्तेः SI मात्रकं वाट (W) अस्ति। एषा तया युक्त्या उपभुक्ता शक्तिः अस्ति यया तस्मिन् समये 1 A विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति यदा सा 1 V विभवान्तरे प्रचालिता कार्यते। एवं प्रकारेण

$$1\ W = 1\ \text{परीवर्तः} \times 1\ \text{विद्युद्धारामापी} = 1\ V\ A \qquad (12.23)$$

'वाट' शक्तेः लघु मात्रकम् अस्ति। अतः वास्तविकव्यवहारे वयम् अस्य बहु विशालस्य मात्रकस्य (किलोवाट) उपयोगं कुर्मः। एककिलोवाट, 1000 वाट समानं भवति। यतोहि विद्युत्-ऊर्जाशक्तेः तथा च समयस्य परिणामः भवति अतः विद्युत्-ऊर्जायाः मात्रा वाट होरा (घण्टा) (W h) अस्ति। यदा एकवाटशक्तेः उपयोगः 1 होरापर्यन्तं भवति तदा उपभुक्ता ऊर्जा एकवाट घण्टा भवति। विद्युत्-ऊर्जायाः व्यापारिकमात्रा किलोवाट होरा (kW h) अस्ति यत् सामान्यव्यवहारे मात्रकं (Unit) कथ्यते।

1 kW h = 1000 वाट x 3600 पलानि

= 3.6 x 106 वाट पलानि

= 3.6 x 106 जूल (J)

एतदपि जानन्तु?

बहवः जनाः एतत् चिन्तयन्ति यत् कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे विद्युदणवः उपभुज्यन्ते। एतत् असमीचीनम् अस्ति! विद्युत्-मण्डल्यै अथवा विद्युद्विभागाय गोलदीपः, व्यजनं तथा च यन्त्रादिभिः विद्युदणुभ्यः गतिं दातुं प्रदीयमानायाः विद्युत्-ऊर्जायाः व्ययकरं दद्मः। वयम् आत्मना उपभुक्तायै ऊर्जायै व्ययकरं दद्मः।

उदाहरणम् 12.12

कश्चन गोलदीपः 220 V जनित्रेण संयोजितः अस्ति। यदि गोलदीपात् 0.50 A विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति तर्हि गोलदीपस्य शक्तिः का अस्ति?

समाधानम्

P = VI

= 220 V x 0.50 A

= 110J/s

= 110 W

उदाहरणम् 12.13

400 W निर्धारितस्य किञ्चित् शीतयन्त्रं 8 होराः/प्रतिदिनं चाल्यते। 3.00 रूप्यकाणि kW h इत्यस्य अनुपातेन एतत् 30 दिनपर्यन्तं चालयितुम् ऊर्जायाः मूल्यं किं भविष्यति?

समाधानम्

30 दिनेषु शीतयन्त्रेण उपभुक्ता सम्पूर्णा ऊर्जा

400 W x 8.0 होराः/दिनानि x 30 दिनानि = 96000 W h

= 96 kW h

एवं प्रकारेण 30 दिनपर्यन्तं शीतयन्त्रं चालयितुम् उपभुक्तायाः सम्पूर्ण-ऊर्जायाः मूल्यम्

96 kW h x 3.00 kW h रूप्यकाणि = 288.00 रूप्यकाणि

प्रश्नाः

1. विद्युद्धाराद्वारा प्रदत्तायाः ऊर्जायाः अनुपातः कथं निर्धार्यते ?
2. किञ्चित् विद्युद्यन्त्रम् 220 V इत्यस्य विद्युत्स्रोतसा 5.0 A विद्युद्धारां स्वीकरोति। यन्त्रस्य शक्तिं निर्धारयन्तु तथा च होराद्वये यन्त्रेण उपभुक्ताम् ऊर्जां गणयन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- कस्मिंश्चित् चालके गतिशीलानां विद्युदणूनां धारा विद्युद्धारां रचयति। पद्धतेः अनुसारं विद्युदणूनां प्रवाहस्य दिशः विपरीतदिक् विद्युद्धारायाः दिक् मन्यते।
- विद्युद्धारायाः SI मात्रकं विद्युद्धारामापी (A) अस्ति।
- कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे विद्युदणुभ्यः गतिं प्रदातुं वयं कस्याश्चित् कोशिकायाः अथवा विद्युत्पेटिकायाः उपयोगं कुर्मः। कोशिका स्वभागानां मध्ये विभवान्तरम् उत्पादयति। एतत् विभवान्तरं (V) परीवर्ते माप्यते।
- प्रतिरोधः एकः एतादृशः गुणधर्मः अस्ति यः कस्मिंश्चित् चालके विद्युदणूनां प्रवाहस्य विरोधं करोति। एषः विद्युद्धारायाः परिणामं नियन्त्रयति। प्रतिरोधस्य SI मात्रकम् ओम (Ω) अस्ति।
- **ओमस्य नियमः -** कस्यचित् प्रतिरोधकस्य भागयोः मध्ये विभवान्तरं तस्मिन् प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः अनुक्रमानुपाति भवति किन्तु एकः नियमः एषः अस्ति यत् प्रतिरोधकस्य तापः समानः भवेत्।
- कस्यचित् चालकस्य प्रतिरोधः तस्य दीर्घतायां साक्षात् तस्य अनुप्रस्थछेदस्य क्षेत्रफले प्रतिलोमतः आश्रितः भवति तथा च तस्य पदार्थस्य प्रकृतौ अपि आश्रितः भवति येन सः निर्मितः अस्ति।
- श्रेणीक्रमे संयोजितानां बहूनां प्रतिरोधकानां समानप्रतिरोधः तेषां वैयक्तिकानां प्रतिरोधानां योगस्य समानं भवति।
- पार्श्वक्रमे संयोजितानां बहूनां प्रतिरोधकानां तुल्यप्रतिरोधः तेषां व्यष्टिगतप्रतिरोधानां योगस्य समानः भवति।
- पार्श्वक्रमे संयोजितप्रतिरोधानां समुच्चयस्य तुल्यप्रतिरोधः RP निम्नलिखित- सम्बन्धद्वारा व्यक्तः क्रियते -

  $1/Rp = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + \ldots\ldots$

- कस्मिंश्चित् प्रतिरोधके क्षीणाम् अथवा उपभुक्ताम् ऊर्जाम् एवं प्रकारेण व्यञ्जयन्ति

  $W = V \times I \times T$
- विद्युत्-शक्तेः मात्रकं वाट (W) अस्ति। यदा 1 A विद्युद्धारा 1 V विभवान्तरे प्रवाहिता भवति तदा परिपथे उपभुक्ता शक्तिः 1 वाट भवति।
- विद्युत्-ऊर्जायाः व्यापारिकमात्रकं किलोवाट घण्टा (kW h) अस्ति

  1 kW h = 3.600.000 J = 3.6 x 106 J

अभ्यासः

1. R प्रतिरोधस्य कस्याश्चित् तन्त्र्याः खण्डाः पञ्चसु समानभागेषु कर्त्यन्ते। एते खण्डाः पुनः पार्श्वक्रमे संयोज्यन्ते। यदि संयोजनस्य समानप्रतिरोधः R' अस्ति तर्हि R/R' अनुपातस्य मानं किम् अस्ति-

   (a) 1/25 (b) 1/5 (c) 5 (d) 25

2. निम्नलिखितेषु किं पदं विद्युत्परिपथे विद्युत्-शक्तिं न निरूपयति?

   (a) I2R (b) IR2 (c) VI (d) V2/R

3. कस्यचित् गोलदीपस्य निर्धारिताङ्कः 220 V; 100 W अस्ति। यदा एषः 110 V इत्यस्मिन् प्रचाल्यते तदा अनेन उपभुक्ता शक्तिः कियती भवति?

   (क) 100 W (ख) 75 W (ग) 50 W (घ) 25 W

4. द्वे चालकतन्त्र्यौ ययोः पदार्थः, दीर्घता तथा च व्यासः समानः अस्ति कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे प्रथमे श्रेणीक्रमे पुनः च पार्श्वक्रमे संयोज्यते। श्रेणीक्रमस्य तथा च पार्श्वक्रमस्य संयोजने उत्पन्नानाम् ऊष्मणाम् अनुपातः कः भविष्यति?

   (क) 1:2 (ख) 2:1 (ग) 1:4 (घ) 4:1

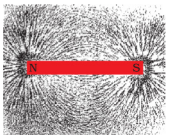
5. कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे द्वयोः बिन्द्वोः मध्ये विभवान्तरस्य मापनाय परीवर्तमापी केन प्रकारेण संयोज्यते?
6. कस्याश्चित् ताम्रतन्त्र्याः व्यासः 0.5 mm तथा च प्रतिरोधकता 1.6 x10^{-8} Ω m अस्ति। 10 Ω प्रतिरोधस्य प्रतिरोधकं निर्मातुं कियत्याः दीर्घतन्त्र्याः आवश्यकता भविष्यति? यदि अस्मात् द्विगुणव्यासस्य तन्त्रीं स्वीकरवाम तर्हि प्रतिरोधे किम् अन्तरम् आगमिष्यति?
7. कस्यचित् प्रतिरोधकस्य भागयोः मध्ये V विभवान्तरस्य विभिन्नमानानां कृते तस्मात् प्रवाहितायाः I विद्युद्धारायाः संगतं मानम् अग्रे दत्तम् अस्ति

I (विद्युद्धारामापी)	0.5	1.0	2.0 3.0 4.0
V (परीवर्तः)	1.6	3.4	6.7 10.2 13.2

   V तथा च I मध्ये रेखाचित्रं कर्षित्वा अस्य प्रतिरोधकस्य प्रतिरोधं जानन्तु।
8. कस्यचित् अज्ञातप्रतिरोधस्य प्रतिरोधकभागैः 12 इत्यस्य विद्युत्पेटिकायाः संयोजनेन परिपथे 2.5 विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। प्रतिरोधकस्य प्रतिरोधं गणयन्तु।
9. 9 V इत्यस्य काचित् विद्युत्पेटिका 0.2 Ω, 0.3 Ω, 0.4 Ω, 0.5 Ω, तथा च 12 Ω इत्यस्य प्रतिरोधकैः सह श्रेणीक्रमे संयोजिता अस्ति। 12 Ω इत्यस्य प्रतिरोधकात् कियती विद्युद्धारा प्रवाहिता भविष्यति ?
10. 176 Ω प्रतिरोधस्य कियतः प्रतिरोधकान् पार्श्वक्रमे संयोजयेम यत् 220 V इत्यस्य विद्युत्स्रोतसा संयोजनेन 5 A विद्युद्धारा प्रवाहिता भवेत्?
11. एतत् दर्शयन्तु यत् भवन्तः 6 Ω प्रतिरोधानां त्रीन् प्रतिरोधकान् केन प्रकारेण संयोजयिष्यन्ति यत् प्राप्तस्य संयोजनस्य प्रतिरोधः (i) 9 Ω, (ii) 4 Ω स्यात्।
12. 220 V इत्यस्य विद्युत्पङ्क्तौ उपयुज्यमानानां बहूनां गोलदीपानां निर्धारिताङ्कः 10 W अस्ति। यदि 220 पङ्क्त्या निर्धारिता अधिकतमा विद्युद्धारा 5 A अस्ति तर्हि अस्याः पङ्क्त्याः द्वयोः तन्त्र्योः मध्ये कियन्तः गोलदीपाः पार्श्वक्रमे संयोजयितुं शक्यन्ते?
13. कस्याश्चित् विद्युदङ्गारिकायाः तप्तस्थाली A तथा च B द्वाभ्यां प्रतिरोधकाभ्यां कुण्डलीभ्यां निर्मिता अस्ति यस्यां प्रत्येकं 24 Ω प्रतिरोधः अस्ति तथा च एतान् पृथक् पृथक् श्रेणीक्रमे अथवा पार्श्वक्रमे संयोज्य उपयोक्तुं शक्यते। यदि एषा अङ्गारिका 220 V विद्युत्स्रोतसा संयोज्यते तर्हि त्रिषु प्रकरणेषु प्रवाहिताः विद्युद्धाराः काः सन्ति?
14. निम्नलिखितेषु परिपथेषु प्रत्येकं 2 Ω प्रतिरोधकद्वारा उपभुक्तानां शक्तीनां तुलनां कुर्वन्तु (i) 6 इत्यस्य विद्युत्पेटिकया संयोजितं 1 Ω तथा च 2 Ω श्रेणीक्रमस्य संयोजनं (ii) 4 V विद्युत्पेटिकया संयोजितं 12 Ω तथा च 2 Ω इत्यस्य पार्श्वक्रमसंयोजनम्।
15. द्वौ विद्युद्दीपौ ययोः एकस्य निर्धारिताङ्कः 100 W; 220 तथा च अन्यस्य 60 W; 220 V अस्ति, विद्युत्मेन्सेन सह पार्श्वक्रमे संयोजितः अस्ति। यदि विद्युदापूर्तेः परीवर्तता 220 V अस्ति तर्हि विद्युत्मेन्सात् कियती धारा स्वीक्रियते?

16. कस्मिन् अधिका विद्युत्-ऊर्जा उपभुक्ता भवति : 250 W इत्यस्य दूरदर्शनयुगलं यत् एकहोरापर्यन्तं चाल्यते अथवा 120 W इत्यस्य उष्णीकरणी या 10 निमेषार्थं चाल्यते ?
17. 8 Ω प्रतिरोधस्य काचित् उष्णीकरणी विद्युत्मेन्सात् 2 होरापर्यन्तं 15 A विद्युद्धारां स्वीकरोति। उष्णीकरण्याम् उत्पन्नायाः ऊष्मणः अनुपातं गणयन्तु।
18. निम्नलिखितं स्पष्टं कुर्वन्तु
    (a) विद्युद्दीपानां तन्तुनिर्माणे प्रायः चण्डातोः एव उपयोगः किमर्थं क्रियते?
    (b) विद्युत्तापयुक्तयः यथा मृदुरोटिकाभूर्जित्रस्य तथा च विद्युत्समीकरस्य चालकाः शुद्धधातूनां स्थाने मिश्रधातुभिः किमर्थं निर्मीयन्ते?
    (c) गृहस्य विद्युत्परिपथेषु श्रेणीक्रमसंयोजनस्य उपयोगः किमर्थं न क्रियते?
    (d) कस्याश्चित् तन्त्र्याः प्रतिरोधः तस्य अनुप्रस्थक्षेत्रे परिवर्तनेन सह केन प्रकारेण परिवर्तितः भवति?
    (e) विद्युतः सञ्चारणाय प्रायः ताम्रस्य तथा च स्फटयातोः तन्त्रीणाम् उपयोगः किमर्थं क्रियते?

त्रयोदशः अध्यायः

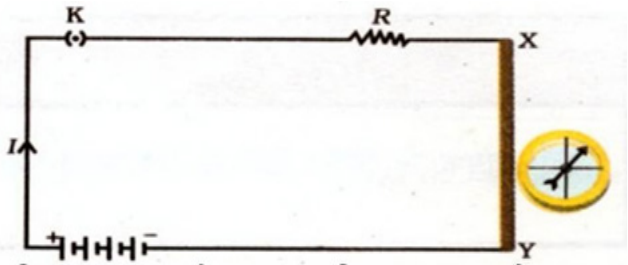


विद्युद्धारायाः चुम्बकीयप्रभावः

विद्युतः गते अध्याये वयं विद्युद्धारायाः तापीयप्रभावस्य विषये अधीतवन्तः आस्म। विद्युद्धारायाः अन्ये प्रभावाः के भवितुम् अर्हन्ति? वयं जानीमः यत् विद्युद्धारावाहितन्त्री चुम्बकवत् व्यवहारं करोति। एतस्य तथ्यस्य पुनः अवलोकनाय आगच्छन्तु एकं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 13.1

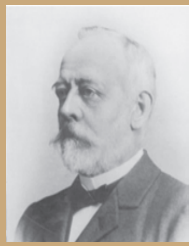
- ताम्रस्य सरलां स्थूलतन्त्रीं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतां 13.1 चित्रे दर्शितानुसारं विद्युत्परिपथस्य द्वौ बिन्दू X तथा च Y इत्यस्य मध्ये स्थापयन्तु। (XY तन्त्री कर्गदस्य तले लम्बवत् स्थाप्यते।)
- एतस्य ताम्रस्य तन्त्र्याः समीपे क्षतिजवत् एकं लघुं दिक्सूचकं स्थापयन्तु। एतस्याः सूच्याः स्थितिम् अभिलिखन्तु।
- अवकीलके कुञ्चिकां योजयित्वा विद्युत्परिपथे विद्युद्धारां प्रवाहयन्तु।
- दिक्सूचकस्य सूच्याः स्थितौ परिवर्तनस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु।



चित्रम् 13.1 धातोः चालकात् विद्युद्धारायाः प्रवाहेण दिक्सूचकस्य सूची विक्षेपिता भवति।

वयं पश्यामः यत् सूची विक्षेपिता भवति। एतस्य किं तात्पर्यम् अस्ति? एतस्य एषः अर्थः अस्ति यत् ताम्रतन्त्र्या प्रवाहिता विद्युद्धारा एकं चुम्बकीयप्रभावम् उत्पादितवती। एवं प्रकारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् विद्युत् चुम्बकत्वं च परस्परं सम्बद्धम् अस्ति।

हैंस क्रिश्चियन ऑर्स्टेडः (1777-1851)



नवदशस्य शताब्दस्य अग्रणीवैज्ञानिकेषु एकः, हैंस क्रिश्चियन ऑर्स्टेडः वैद्युतचुम्बकत्वस्य अवगमने एकस्य निर्वाहकस्य भूमिकां निरूढवान्। सन् 1820 तमे वर्षे तेन अकस्मात् एतत् अन्विष्टं यत् कस्यचित् धातोः तन्त्र्यां विद्युद्धारायाः प्रवाहेण समीपे स्थापितायां दिक्सूच्यां विक्षेपः समुत्पन्नः। स्वप्रेक्षणानाम् आधारेण ऑर्स्टेडः एतत् प्रमाणितवान् यत् विद्युत् तथा च चुम्बकत्वं परस्परं सम्बद्धाः परिघटनाः सन्ति। तेषाम् अनुसन्धानैः अग्रे गत्वा नूतनानां प्रौद्योगिकीनां यथा- आकाशवाणी, दूरदर्शनम्, तन्तुप्रकाशिकी इत्यादीनां सर्जनं कृतम्। तेषामेव सम्माने चुम्बकीयक्षेत्रस्य तीव्रतायाः मात्रा ऑर्स्टेडः इति स्थापिता।

तदा गतिमतां चुम्बकानां विद्युतीयप्रभावस्य उत्क्रमितसम्भावनायाः विषये भवन्तः किं वक्तुं शक्नुवन्ति? एतस्मिन् अध्याये वयं चुम्बकीयक्षेत्राणां तथा च एतादृशानाम् एव चुम्बकीयप्रभावाणाम् अध्ययनं करिष्यामः। वयं विद्युतः चुम्बकानां तथा च विद्युद्यन्त्राणां विषये अपि अध्ययनं करिष्यामः यत् विद्युद्धारायाः चुम्बकीयप्रभावे आधारितं भवति। एतेन सह एव वयं विद्युज्जनित्राणां विषये अपि ज्ञानं प्राप्स्यामः यत् गतिमतां चुम्बकानां विद्युतीयप्रभावे आधारितम् अस्ति।

13.1 चुम्बकीयक्षेत्राणि क्षेत्ररेखाः च

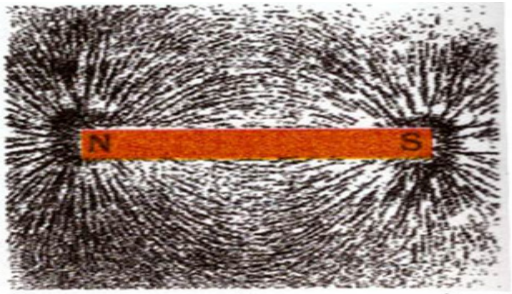
वयम् एतेन तथ्येन सम्यक्तया परिचिताः स्मः यत् कस्याश्चित् यष्टेः चुम्बकस्य समीपे आनयेन दिक्सूचकस्य सूची विक्षेपिता भवति। वस्तुतः दिक्सूचकस्य सूची एका लघ्वी यष्टिः चुम्बकः एव भवति। कस्यचित् दिक्सूचकस्य सूच्याः द्वौ कोणौ प्रायः उत्तरां तथा च दक्षिणां दिशं प्रति सङ्केतं कुरुतः। उत्तरदिशं प्रति सङ्केतकारककोणः **उत्तरोन्मुखी ध्रुवः** अथवा उत्तरध्रुवः कथ्यते। अपरः कोणः दक्षिणदिशं प्रति सङ्केतं करोति सः **दक्षिणोन्मुखी ध्रुवः** अथवा दक्षिणध्रुवः कथ्यते। विविधैः क्रियाकलापैः अस्माभिः एतत् प्रेक्षणं कृतं यत् चुम्बकानां सजातीयध्रुवेषु परस्परं प्रतिकर्षणं तथा च विजातीयध्रुवेषु परस्परम् आकर्षणं भवति।

प्रश्नाः

1. चुम्बकस्य समीपे आनयनेन दिक्सूचकस्य सूची विक्षेपिता किमर्थं भवति?

क्रियाकलापः 13.2

- कस्यचित् निर्यासमयस्य पदार्थस्य उपयोगं कृत्वा चित्रफलके एकं श्वेतकर्गदं लेपयन्तु।
- तस्य मध्ये एकं यष्टिचुम्बकं स्थापयन्तु।
- यष्टिचुम्बकं परितः समानरूपेण किञ्चित् लौहचूर्णं विकिरन्तु (13.2 चित्रे)। एतस्य कार्यस्य कृते लवणविकिरणस्य उपयोगः कर्तुं शक्यते।
- अधुना फलकं शनैः शनैः ताडयन्तु।
- भवन्तः किं प्रेक्षणं कुर्वन्ति?



चित्रम् 13.2 यष्टिचुम्बकस्य समीपस्थं लौहचूर्णं स्वयम् एव चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखायाः अनुदिशया संरेखितः भवति।

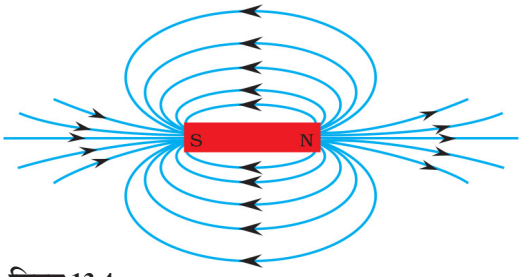
लौहचूर्णम् आत्मानं 13.2 चित्रे दर्शिते प्रतिमाने व्यवस्थितं करोति? लौहचूर्णम् एतादृशे प्रतिमाने किमर्थं व्यवस्थितं भवति? एतत् प्रतिमानं किं निदर्शयति? चुम्बकः स्वं परितः क्षेत्रे स्वप्रभावम् आरोपयति। अतः लौहचूर्णम् एकस्य बलस्य अनुभवं करोति। एतस्य एव बलस्य कारणेन लौहचूर्णम् एतादृशे प्रतिमाने व्यवस्थितं भवति। कञ्चित् चुम्बकं परितः तत् क्षेत्रं यस्मिन् तस्य बलं संसूचयितुं शक्यते तत् तस्य चुम्बकस्य **चुम्बकीयक्षेत्रं** कथ्यते। ताः रेखाः यासाम् अनुदिशया लौहचूर्णं स्वयं प्रतिनिधित्वं करोति, **चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणां निरूपणं** करोति।

किं कञ्चित् यष्टिचुम्बकं परितः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः प्राप्तुम् अन्ये केचन उपायाः अपि सन्ति? वस्तुतः भवन्तः स्वयं कस्यचित् यष्टिचुम्बकस्य चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः कर्षितुं शक्नुवन्ति।

क्रियाकलापः 13.3

- एकं यष्टिचुम्बकं तथा च एकां लघ्वीं दिक्सूचीं स्वीकुर्वन्तु।
- केनचित् निर्यासमयपदार्थेन चित्रफलके संश्लेषितस्य श्वेतकर्गदस्य मध्ये एतं चुम्बकं स्थापयन्तु।
- चुम्बकस्य सीमारेखाम् अङ्कयन्तु।
- दिक्सूचीं चुम्बकस्य उत्तरध्रुवस्य समीपं नयन्तु। एषः कथं व्यवहारं करोति? दिक्सूच्याः दक्षिणध्रुवः चुम्बकस्य उत्तरध्रुवं प्रति सङ्केतं करोति। दिक्सूच्याः उत्तरध्रुवः चुम्बकस्य उत्तरध्रुवात् दूरं प्रति सङ्केतं करोति।
- दिक्सूच्याः द्वयोः कोणयोः स्थितीः तीक्ष्णया अङ्कन्या अङ्कयन्तु।
- अधुना दिक्सूचीम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यत् एतस्याः दक्षिणध्रुवः तस्यां स्थितौ आगच्छेत् यत्र पूर्वम् उत्तरध्रुवस्य स्थितिः अङ्किता आसीत्। उत्तरध्रुवस्य एतां नूतनां स्थितिम् अङ्कयन्तु।
- 13.3 चित्रे दर्शितानुसारं चुम्बकस्य दक्षिणध्रुवे प्रापणपर्यन्तम् एतां क्रियाम् आवर्तयन्तः गच्छन्तु।
- अधुना कर्गदे अङ्कितान् बिन्दून् एवं प्रकारेण मेलयन्तु यत् एकं निष्कोणवक्रं प्राप्तं भवेत्। एतत् वक्रम् एकां चुम्बकीयक्षेत्ररेखां निरूपयति। उपर्युक्तां प्रक्रियाम् आवर्त्य यथासम्भवं क्षेत्ररेखाः कर्षन्तु। भवद्भिः 13.4 चित्रे दर्शितम् इव प्रतिमानं प्राप्तं भविष्यति। एताः रेखाः चुम्बकं परितः चुम्बकीयक्षेत्रं निरूपयन्ति। एताः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः कथ्यन्ते।
- कस्याश्चित् चुम्बकीयक्षेत्ररेखायाः वक्रतया गमनसमये दिक्सूच्याः विक्षेपस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। चुम्बकस्य ध्रुवाणां समीपे गमनेन सूच्याः विक्षेपे वृद्धिः भवति।

चित्रम् 13.3
दिक्सूचकस्य साहाय्येन चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणां कर्षणम्



चित्रम् 13.4
कञ्चित् यष्टिचुम्बकं परितः क्षेत्ररेखाः

चुम्बकीयक्षेत्रम् एकः एतादृशः राशिः अस्ति यस्मिन् परिमाणं तथा च दिक् उभयम् अपि भवति। कस्यचित् चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् सा मन्यते यस्याः अनुदिशं दिक्सूच्याः उत्तरध्रुवः तस्य क्षेत्रस्य अन्तः गमनं करोति। अतः एव पद्धतेः अनुसारं चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः चुम्बकस्य उत्तरध्रुवात् प्रकटीभवन्ति तथा च दक्षिणध्रुवे विलीनाः भवन्ति (13.4 चित्रे चुम्बकीयक्षेत्ररेखासु अङ्कितेषु बाणचिह्नेषु अवधानं कुर्वन्तु)। चुम्बकस्य अन्तः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणां दिक् तस्य दक्षिणध्रुवात् उत्तरध्रुवं प्रति भवति। अतः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः वक्रतया पिहिताः भवन्ति।

चुम्बकीयक्षेत्रस्य अपेक्षिता प्रबलता क्षेत्ररेखाणां निकटतायाः कोटिद्वारा दर्श्यते। यत्र चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः पूर्णतया अधिकसमीपे भवन्ति तत्र चुम्बकीयक्षेत्रम् अधिकं प्रबलं भवति, अर्थात् तत्र विद्यमानस्य कस्यचित् अन्यचुम्बकस्य ध्रुवे चुम्बकीयक्षेत्रस्य कारणेन अधिकं बलं कार्यं करिष्यति (13.4 चित्रं पश्यन्तु)।

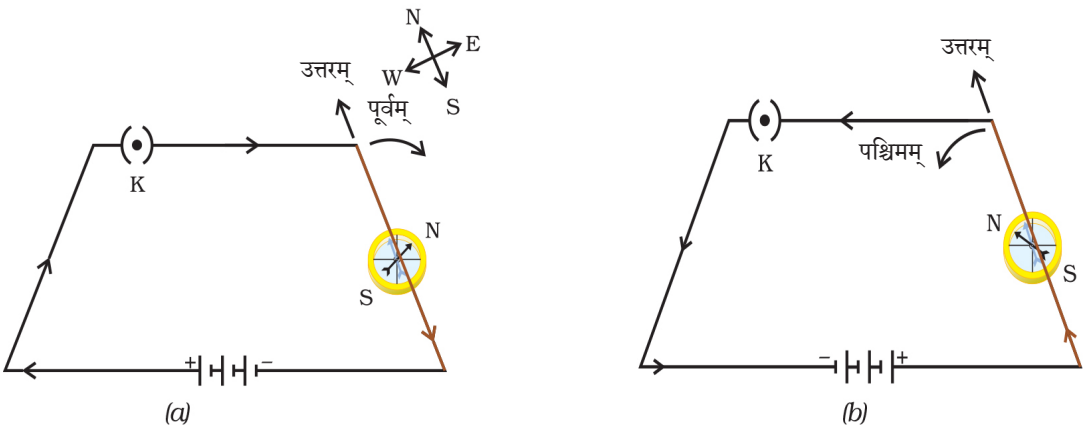
द्वे क्षेत्ररेखे कुत्रापि परस्परं प्रतिच्छेदं न कुरुतः। यदि ते एवं कुर्यातां तर्हि एतस्य अर्थः भविष्यति यत् प्रतिच्छेदबिन्दौ दिक्सूच्याः स्थापनेन तस्य सूची द्वे दिशौ प्रति सङ्केतं करिष्यति यत् सम्भवितुं न शक्नोति।

13.2 कस्यचित् विद्युच्चालकस्य चुम्बकीयक्षेत्रम्

13.1 क्रियाकलापे अस्माभिः दृष्टं यत् कस्यचित् धातोः चालके विद्युद्धारायाः प्रवाहेण तं परितः एकं चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पन्नं भवति। उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं ज्ञातुम् आगच्छन्तु वयम् एतम् एव क्रियाकलापम् अधः दत्तानुसारं कुर्मः।

क्रियाकलापः 13.4

- एकस्याः दीर्घसरलताम्रस्य तन्त्र्याः, 1.5 V इत्यस्य द्वे अथवा तिस्रः कोशिकाः तथा च एकाम् अवकीलककुञ्चिकां स्वीकुर्वन्तु। एतान् सर्वान् 13.5 (क) चित्रे दर्शितानुसारं श्रेणीक्रमे संयोजयन्तु।
- सरलतन्त्रीं दिक्सूच्याः उपरि तस्याः सूच्याः समान्तरेण स्थापयन्तु। अधुना अवकीलके कुञ्चिकां योजयित्वा परिपथं पूर्णं कुर्वन्तु। सूच्याः उत्तरध्रुवस्य विक्षेपदिशम् अभिलिखन्तु। यदि विद्युद्धारा 13.5 (क) चित्रे दर्शितानुसारम् उत्तरतः दक्षिणं प्रति प्रवहति तर्हि दिक्सूच्याः उत्तरध्रुवः पूर्वं प्रति विक्षेपितः भविष्यति।
- 13.5 (ख) चित्रे दर्शितानुसारं परिपथे युक्तानां कोशिकानां संयोजनं प्रतिष्ठापयन्तु। एतस्य परिणामस्वरूपेण ताम्रतन्त्र्यां विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य दिशि परिवर्तनं भविष्यति अर्थात् विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य दिक् दक्षिणतः उत्तरं प्रति भविष्यति। दिक्सूच्याः विक्षेपदिशि परिवर्तनस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। भवन्तः एतत् द्रक्ष्यन्ति यत् अधुना सूची विपरीतदिशि अर्थात् पश्चिमं प्रति विक्षेपिता भवति। एतस्य अर्थः एषः अभवत् यत् विद्युद्धारया उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् अपि उत्क्रमिता जाता अस्ति।



चित्रम् 13.5 एकः सरलः विद्युत्परिपथः यस्मिन् कस्यचित् ताम्रस्य दीर्घतन्त्री कस्याश्चित् दिक्सूच्याः उपरि तथा च तस्याः सूच्याः समान्तरेण स्थापिता अस्ति। यदा तन्त्र्यां विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य दिक् उत्क्रमिता भवति तदा दिक्सूच्याः विक्षेपः विपरीतदिशि भवति।

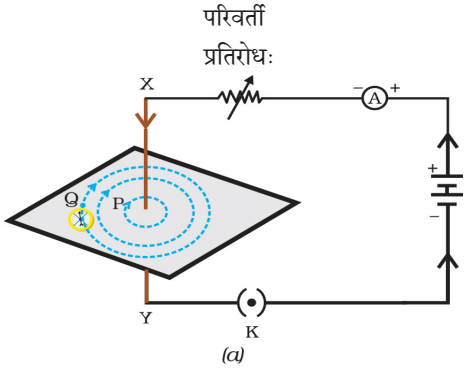
13.2.1 सरलचालकात् विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य कारणं चुम्बकीयक्षेत्रम्

कस्माच्चित् चालकात् विद्युद्धारायाः प्रवाहेण उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य प्रतिमानं कथं निर्धारितं भवन्ति? किम् एतत् प्रतिमानं चालकस्य आकृतिम् आश्रयति एतस्य परीक्षणं वयम् एकेन क्रियाकलापेन करिष्यामः।

पूर्वं वयं कस्याश्चित् विद्युद्धारायाः सरलचालकं परितः चुम्बकीयक्षेत्रस्य प्रतिमाने विचारं करिष्यामः।

क्रियाकलापः 13.5

- एकां 12 V इत्यस्य विद्युत्पेटिकां, एकं परीवर्तप्रतिरोधं (धारानियन्त्रकं), 0-5 A परिसरस्य विद्युद्धारामापीम्, एकाम् अवकीलकुञ्चिकां तथा च एकां दीर्घां स्थूलां सरलां ताम्रस्य तन्त्रीं स्वीकुर्वन्तु।
- एकस्य आयताकारस्य स्थूलकार्पासस्य खण्डं स्वीकृत्य तस्य मध्ये स्थूलकार्पासस्य तले अभिलम्बवत् एतां स्थूलतन्त्रीं प्रवेशयन्तु। एषा सावधनता स्थापनीया यत् स्थूलकार्पासः तन्त्र्यां स्थिरः भवेत्, उपरि-अधः कम्पितः न भवेत्।
- 13.6 (क) चित्रे दर्शितानुसारं ताम्रतन्त्रीम् ऊर्ध्वाधारतः X तथा च Y बिन्द्वोः मध्ये श्रेणीक्रमे विद्युत्पेटिकया, विद्युद्धारामाप्या, धारानियन्त्रकेण तथा च अवकीलककुञ्चिकया संयोजयन्तु।
- तन्त्रीं परितः स्थूलकार्पासे किञ्चित् लौहचूर्णं समानरूपेण विकिरन्तु। (एतदर्थं भवन्तः लवणविकिरणस्य उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति।)
- धारानियन्त्रकस्य परिवर्तकं कस्याञ्चित् अपि एकस्यां नियतस्थितौ स्थापयन्तु तथा च विद्युद्धारामाप्यां विद्युद्धारायाः पाठ्याङ्कम् अभिलिखन्तु।
- कुञ्चिकां योजयित्वा परिपथं पिदधतु यतोहि ताम्रतन्त्र्या विद्युद्धारा प्रवाहिता भवेत्। एतत् सुनिश्चितं कुर्वन्तु यत् X तथा च Y बिन्दूनां मध्ये योजिता ताम्रतन्त्री ऊर्ध्वाधारतः सरला भवेत्।
- स्थूलकार्पासं शनैः शनैः कतिचन वारं ताडयन्तु। लौहचूर्णस्य प्रतिमानस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् लौहचूर्णं रेखाङ्कितं भूत्वा तन्त्रीं परितः संकेन्द्रीवृत्तरूपेण व्यवस्थितं भूत्वा एकं वृत्ताकारं प्रतिमानं निर्माति (13.6 चित्रम्)।
- एतानि संकेन्द्रवृत्तानि किं निरूपयन्ति? एतानि चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः निरूपयन्ति।
- एवं प्रकारेण उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं कथं जानीयाम? वृत्तस्य कस्मिंश्चित् बिन्दौ (यथा P) दिक्सूचीं स्थापयन्तु। सूच्याः दिशः प्रेक्षणं कुर्वन्तु। एतां दिशं बाणेन दर्शयन्तु।
- यदि साक्षात् तन्त्र्यां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः दिक् उत्क्रमिता स्यात्, तर्हि किं चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखाणां दिक् अपि उत्क्रमिता भविष्यति? एतस्य परीक्षणं कुर्वन्तु।



(a)

(b)

चित्रम् 13.6 (क) कस्याश्चित् विद्युद्धारायाः साक्षात् चालकतन्त्रीं परितः चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाः निरूपयतां संकेन्द्रीवृत्तानां प्रतिमानम्। वृत्तेषु अङ्कितानि तीरक्षेत्राणि रेखाणां दिशः दर्शयन्ति (ख) प्राप्तस्य प्रतिमानस्य समीपदृश्यम्।

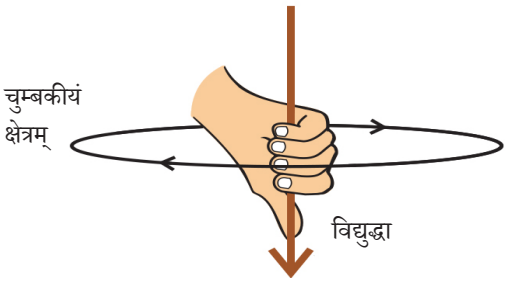
यदि ताम्रतन्त्यां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः परिमाणं परिवर्तयेम, तर्हि कस्मिंश्चित् दत्ते बिन्दौ स्थापितायाः दिक्सूच्याः विक्षेपे कः प्रभावः भवति? एतं द्रष्टुं तन्त्यां विद्युद्धारां परिवर्तयन्तु। वयम् एतत् प्राप्नुमः यत् सूच्याः विक्षेपे अपि परिवर्तनं भवति। वस्तुतः, यदा विद्युद्धारायाः परिमाणे वृद्धिः भवति तदा विक्षेपे अपि वृद्धिः भवति। एतेन एतत् निर्दिष्टं भवति यत् यथा यथा तन्त्यां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः परिमाणे वृद्धिः भवति तथा तथा कस्मिंश्चित् दत्ते बिन्दौ उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य परिमाणे अपि वृद्धिः भवति।

यदि ताम्रतन्त्यां प्रवाहिता विद्युद्धारा तु सा एव भवति किन्तु दिक्सूची ताम्रतन्त्रीतः दूरं गच्छति तर्हि दिक्सूच्याः विक्षेपे कः प्रभावः भवति? एतं द्रष्टुं दिक्सूचीं चालकतन्त्रीतः दूरे स्थिते कस्मिंश्चित्त् बिन्दौ (यथा Q) स्थाप्यन्ति। भवन्तः किं परिवर्तनं पश्यन्ति? वयम् एतत् पश्यामः यत् दिक्सूच्याः विक्षेपः क्षीणः भवति। एवं प्रकारेण कस्माच्चित् चालकात् प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः कारणेन उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रं चालकात् दूरं गमनेन क्षीणं भवति। 13.6 चित्रेण एतत् द्रष्टुं शक्यते यत् यथा यथा विद्युद्धारा साक्षात् चालकतन्त्रीतः दूरम् अपसरति, तां परितः उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य निरूपकाणां संकेन्द्रवृत्तानाम् आकारः विशालः भवति।

13.2.2 दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमः

कस्माच्चित् विद्युद्धाराचालकेन सम्बद्धस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं ज्ञातुम् एकः सुगमः उपायः अधः दत्तः अस्ति।

कल्पनां कुर्वन्तु यत् भवन्तः स्वदक्षिणहस्ते विद्युद्धारायाः चालकम् एवं प्रकारेण धृतवन्तः सन्ति यत् भवताम् अङ्गुष्ठः विद्युद्धारायाः दिशः सङ्केतं करोति, चेत् भवताम् अङ्गुल्यः चालकं परितः चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाणां दिशि आलिङ्गिताः भविष्यन्ति यथा 13.7 चित्रे दर्शितम् अस्ति। एषः दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमः कथ्यते।



चित्रम् 13.7 दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमः

उदाहरणम् 13.1

कस्याश्चित् क्षैतिजशक्तेः सञ्चरणपङ्क्तौ पूर्वतः पश्चिमं प्रति विद्युद्धारा प्रवहति। एतस्य साक्षात् अधः कस्मिंश्चित् बिन्दौ तथा च एतस्य साक्षात् उपरि कस्मिंश्चित् बिन्दौ चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् का अस्ति?

• एषः मैक्सवेलस्य त्वक्षाभ्रमिनियमः (corkscrew rule) अपि कथ्यते। यदि वयम् एतं विचारं कुर्मः यत् वयं कामपि त्वक्षाभ्रमिं विद्युद्धारायाः दिशि अग्रे वर्धयामः, तर्हि त्वक्षाभ्रमेः भ्रमणदिक् चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् भवति।

समाधानम्

विद्युद्धारा पूर्वात् पश्चिमं प्रति प्रवहति। दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमस्य आचरणेन पूर्वभागात् अवलोकनेन चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् (तन्त्र्याः उपरि अथवा अधः कस्मिंश्चित् अपि बिन्दौ) तन्त्र्याः दीर्घतले दक्षिणावर्ता भविष्यति। एवं प्रकारेण तन्त्र्याः पश्चिमभागात् अवलोकनेन चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् वामावर्ता भविष्यति

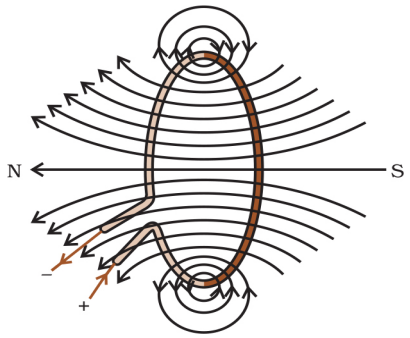
प्रश्नाः

1. कञ्चित् यष्टिचुम्बकं परितः चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखाः कर्षन्तु।
2. चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखाणां गुणसूचीं निर्मान्तु।
3. द्वे चुम्बकीयरेखे परस्परं प्रतिच्छेदं किमर्थं न कुरुतः?

13.2.3 विद्युद्धारायाः वृत्ताकारपाशानां कारणेन चुम्बकीयक्षेत्रम्

अधुना पर्यन्तं वयं साक्षात् विद्युद्धारायाः कस्यचित् चालकस्य कारणेन तं परितः उत्पन्नानां चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणां प्रतिमानं दृष्टवन्तः। चिन्तयन्तु, एतां तन्त्रीम् अवनमय्य एकः वृत्ताकारपाशः निर्मीयते पुनश्च तस्मिन् विद्युद्धारा प्रवाह्यते। तदा एतेन उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रं कथं प्रतीतं भविष्यति? वयं जानीमः यत् कस्याश्चित् विद्युद्धारायाः चालकस्य कारणेन उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रं तस्मात् दूरतायाः व्युत्क्रमम् आश्रयति। एतेन एव प्रकारेण कस्याश्चित् विद्युद्धारायाः पाशस्य प्रत्येकं बिन्दौ तं परितः उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य निरूपकाणां संकेन्द्रवृत्तानाम् आकारः तन्त्रीतः दूरं गमनेन निरन्तरं विशालं भवति (13.8 चित्रम्)। यथैव वयं वृत्ताकारपाशस्य केन्द्रं प्राप्नुमः, एतेषां विशालवृत्तानां चापाः सरलरेखावत् प्रतीयन्ते। विद्युद्धारावाहितन्त्र्याः प्रत्येकं बिन्दोः उत्पन्नाः चुम्बकीयरेखाः पाशानां केन्द्रे सरलरेखावत् प्रतीयन्ते। दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमम् उपयुज्य एतं विषयं सरलतया परीक्षितुं शक्नुमः यत् तन्त्र्याः प्रत्येकं भागः चुम्बकीयरेखासु योगदानं ददाति तथा च पाशस्य अन्तः सर्वाः चुम्बकीयरेखाः एकस्याम् एव दिशि भवन्ति।

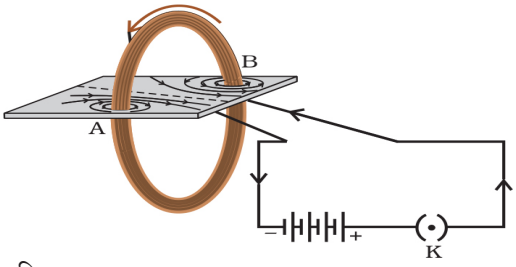
वयं जानीमः यत् कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहितन्त्र्याः कारणेन दत्ते कस्मिंश्चित् बिन्दौ उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रं प्रवाहितां विद्युद्धाराम् अनुलोमतः आश्रयति। अतः यदि अस्माकं समीपे n व्यावर्तनानां काचित् कुण्डली स्यात् तर्हि उत्पन्नं चुम्बकीयं क्षेत्रं परिमाणे एकलव्यावर्तनद्वारा उत्पन्नस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य तुलनायां n गुणितम् अधिकं प्रबलं भविष्यति। एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् प्रत्येकं व्यावर्तने विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य दिक् समाना अस्ति, अतः वैयक्तिकव्यावर्तनेषु चुम्बकीयक्षेत्रं संयुक्तं भवति।



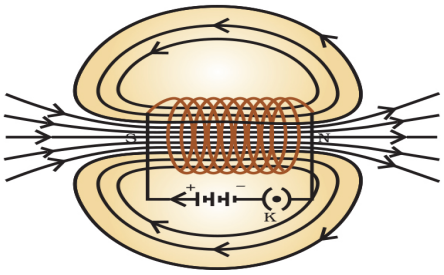
चित्रम् 13.8 विद्युद्धारावाहिपाशस्य कारणेन उत्पन्नाः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः

क्रियाकलापः 13.6

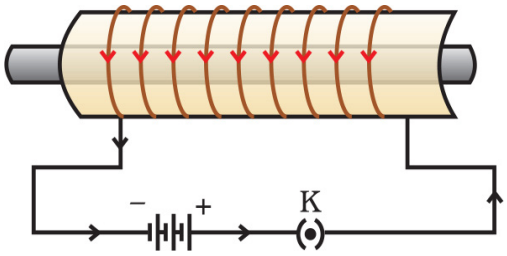
- एकम् एतादृशं स्थूलकार्पासं स्वीकुर्वन्तु यस्मिन् छिद्रद्वयं स्यात्। एकम् एतादृशं वृत्ताकारं कुण्डलं स्वीकुर्वन्तु यस्मिन् व्यावर्तानां सङ्ख्या बहु अधिका स्यात् तथा च स्थूलकार्पासस्य तलस्य अभिलम्बवत् योजितं स्यात्।
- 13.9 चित्रे दर्शितानुसारं कुण्डलस्य भागान् श्रेणीक्रमे विद्युत्पेटिकया, एकया कुञ्चिकया तथा च एकेन धारानियन्त्रकेण संयोजयन्तु।
- स्थूलकार्पासे लौहचूर्णं समानरूपेण विकिरन्तु।
- कुञ्चिकां योजयित्वा परिपथं पूरयन्तु।
- स्थूलकार्पासं मृदुहस्तैः किञ्चित् ताडयन्तु। स्थूलकार्पासे यत् प्रतिमानं निर्मीयमाणं दृश्यते तस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु।



चित्रम् 13.9
धारावाहिवृत्ताकारकुण्डलीद्वारा उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रम्



चित्रम् 13.10
कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहिपरिनालिकायाः अन्तः तथा च तां परितः चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाः



चित्रम् 13.11
कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहिपरिनालिकायाः उपयोगः तस्याः अन्तः स्थापितां लौहयष्टिं चुम्बकितां कर्तुं क्रियते एकं विद्युच्चुम्बकम्

13.2.4 परिनालिकायां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः कारणेन चुम्बकीयक्षेत्रम्

समीपे संश्लिष्टायाः विद्युद्रोधिताम्रतन्त्र्याः वेल्लन्याः आकारस्य अनेकव्यावर्तकानां कुण्डली परिनालिका कथ्यते। विद्युद्धारा कस्याश्चित् परिनालिकायाः कारणेन तां परितः उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणां प्रतिमानं 13.10 चित्रे दर्शितम् अस्ति। एतस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य प्रतिमानस्य तुलनां 13.4 चित्रे दर्शितस्य यष्टिचुम्बकस्य चुम्बकीयरेखाणां प्रतिमानेन कुर्वन्तु। किम् एताः एकसमानाः प्रतीयन्ते? वस्तुतः परिनालिकायाः एकः भागः उत्तरध्रुवः तथा च अपरः भागः दक्षिणध्रुवः इव व्यवहारं करोति। परिनालिकायाः अन्तः चुम्बकीयरेखाः समान्तरसरलरेखाः इव भवन्ति। एतत् निर्दिशति यत् कस्याश्चित् परिनालिकायाः अन्तः सर्वेषु बिन्दुषु चुम्बकीयक्षेत्रं समानं भवति। अर्थात् परिनालिकायाः अन्तः एकसमानं चुम्बकीयक्षेत्रं भवति।

परिनालिकायाः अन्तः उत्पन्नस्य प्रबलचुम्बकीयक्षेत्रस्य उपयोगः कश्चन चुम्बकीयपदार्थः, यथा मृदुलौहं, परिनालिकायाः अन्तः स्थापयित्वा चुम्बकनिर्माणे कर्तुं शक्यते (13.11 चित्रम्)। एवं प्रकारेण निर्मितं चुम्बकं विद्युच्चुम्बकं कथ्यते।

प्रश्नाः

1. उत्पीठिकायाः तले पतितायाः तन्त्र्याः वृत्ताकारपाशे विचारं कुर्वन्तु। चिन्तयन्तु, एतस्मिन् पाशे दक्षिणावर्ता विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमस्य आचरणं कृत्वा पाशस्य अन्तः तथा च बहिः चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशम् अभिजानन्तु।
2. कस्मिंश्चित् दत्ते क्षेत्रे चुम्बकीयक्षेत्रम् एकसमानम् अस्ति। एतत् निरूपयितुं रेखाः कर्षन्तु।
3. शुद्धं विकल्पं चिन्वन्तु ;
   कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहिन्याः साक्षात् दीर्घपरिनालिकायाः अन्तः चुम्बकीयक्षेत्रम् -
   (क) शून्यं भवति।
   (ख) एतस्याः भागं प्रति गमनेन क्षीणं भवति।
   (ग) एतस्याः भागं प्रति गमनेन वर्धते।
   (घ) सर्वेषु बिन्दुषु समानं भवति।

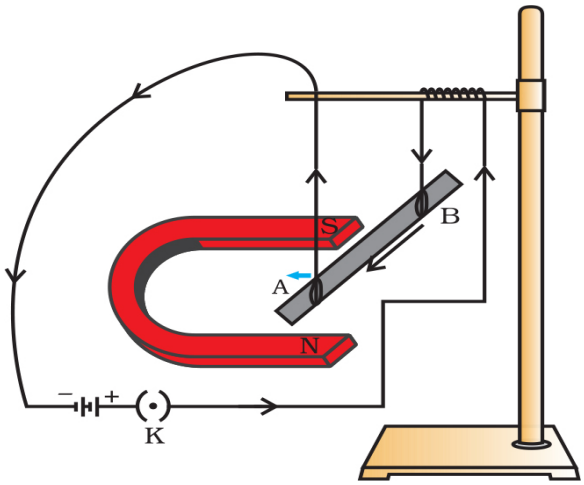
13.3 चुम्बकीयक्षेत्रे कस्मिंश्चित् विद्युद्धारावाहिचालके बलम्

अस्माभिः एतत् शिक्षितं यत् कस्मिंश्चित् चालके प्रवाहिता विद्युद्धारा चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पादयति। एवं प्रकारेण उत्पन्नं चुम्बकीयक्षेत्रम् एतस्य चालकस्य समीपे स्थापिते कस्मिंश्चित् चुम्बके किमपि बलम् आरोपयति। फ्रांसीसीवैज्ञानिकः आन्द्रे मैरी ऐम्पियरः (1775-1836) एतं विचारं प्रस्तुतवान् यत् चुम्बकेन अपि विद्युद्धारावाहिचालकस्य उपरि परिमाणे समानं किन्तु दिशि विपरीतबलम्

आरोपणीयम्। कस्मिंश्चित् विद्युद्धारावाहिचालके चुम्बकीयक्षेत्रस्य कारणेन उपयुज्यमानं बलं निम्नलिखितेन क्रियाकलापेन निदर्शयितुं शक्यते।

क्रियाकलापः 13.7

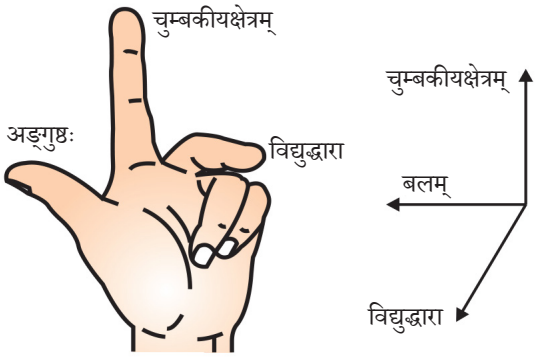
- स्फटयातोः एकां लघुयष्टिं (प्रायः 5 cm) स्वीकुर्वन्तु। 13.12 चित्रे दर्शितानुसारम् एतां यष्टिं द्वाभ्यां संयोजकतन्त्रीभ्यां केनचित् स्तम्भेन क्षैतिजात् अवलम्बयन्तु।
- एकं प्रबलं नालचुम्बकम् एवं प्रकारेण व्यवस्थापयन्तु यत् यष्टिनालः चुम्बकस्य द्वयोः ध्रुवयोः मध्ये स्यात् तथा च चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् उर्ध्वमुखी भवेत्। एवं कर्तुं नालचुम्बकस्य उत्तरध्रुवं स्फटयातोः यष्टेः ऊर्ध्वाधारात् अधः तथा च दक्षिणध्रुवम् ऊर्ध्वाधारात् उपरि स्थापयन्तु (13.12 चित्रम्)।
- स्फटयातोः यष्टिम् एकया विद्युत्पेटिकया, एकया कुञ्चिकया तथा च एकेन धारानियन्त्रकेण सह श्रेणीक्रमेण संयोजयन्तु। स्फटयातोः यष्टौ B तः A भागं प्रति विद्युद्धारां प्रवाहयन्तु।
- भवन्तः किं पश्यन्ति? वयम् एतत् पश्यामः यत् विद्युद्धारायाः प्रवाहेण यष्टिः वामदिशि विस्थापिता भवति।
- अधुना यष्टौ प्रवाहिन्याः विद्युद्धारायाः दिशम् उत्क्रामयन्तु तथा च यष्टेः विस्थापनस्य दिशम् अभिलिखन्तु। अधुना एषा दक्षिणं प्रति विस्थापिता भवति। यष्टिः किमर्थं विस्थापिता भवति?



चित्रम् 13.12
विद्युद्धारावाहियष्टिः AB स्वदीर्घतायाः तथा च चुम्बकीयक्षेत्रस्य लम्बवत् एकं बलम् अनुभवति।

उपर्युक्ते क्रियाकलापे यष्टेः विस्थापनात् अस्माभिः एषः सङ्केतः प्राप्तः भवति यत् चुम्बकीयक्षेत्रे स्थापनेन स्फटयातोः विद्युद्धारावाहियष्टौ बलम् आरोपितं भवति। एषः अपि सङ्केतः प्राप्तः भवति यत् चालके प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः दिशः उत्क्रमणेन बलस्य दिक् अपि उत्क्रमिता भवति। अधुना चुम्बकस्य ध्रुवान् परस्परं परिवर्त्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशम् ऊर्ध्वाधारात् अधोमुखीं कुर्वन्तु। एकवारं पुनः एतत् दृश्यते यत् विद्युद्धाराहिन्याः यष्टौ आरोपितस्य बलस्य दिक् उत्क्रमिता भवति। एतेन एतत् प्रदर्शितं भवति यत् चालके आरोपितस्य बलस्य दिक् विद्युद्धारायाः दिशि तथा च चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशि उभयत्र अपि आश्रयति। प्रयोगद्वारा एतत् दृष्टम् अस्ति यत् यष्टौ विस्थापनं तदा अधिकतमं (अथवा यष्टौ आरोपितबलस्य परिणामः उच्चतमः) भवति यदा विद्युद्धारायाः दिक् चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशः आलम्बवत् भवति। एतादृश्यां स्थितौ चालके आरोपितबलस्य दिशः परिज्ञानं वयम् एकेन सरलनियमेन कर्तुं शक्नुमः।

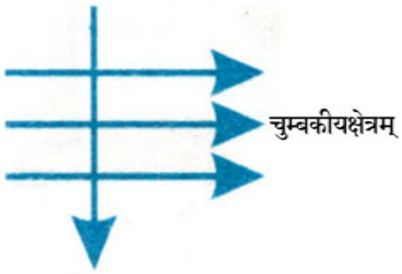
13.7 क्रियाकलापे, वयं विद्युद्धारायाः दिशं तथा च चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं परस्परं लम्बवत् स्थापयित्वा विचारं कृतवन्तः आस्म तथा च एतत् प्राप्तम् आसीत् यत् चालके आरोपितबलस्य दिक् एतयोः द्वयोः लम्बवत् अस्ति। एतासां तिसृणां दिशां व्याख्या एकेन सरलनियमेन यः **फ्लेमिङ्गस्य वामहस्तनियमः कथ्यते** तेन कर्तुं शक्यते। एतस्य नियमस्य अनुसारं, स्ववामहस्तस्य तर्जनीं, मध्यमां



चित्रम् 13.13 फ्लेमिंगस्य वामहस्तनियमः

तथा च अङ्गुष्ठम् एवं प्रकारेण विस्तारयन्तु यथा एते त्रयः परस्परं लम्बवत् स्युः (13.13 चित्रम्)। यदि तर्जनी चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं तथा च मध्यमाचालके प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः दिशं प्रति सङ्केतं करोति तर्हि अङ्गुष्ठः चालकस्य गतेः दिशम् अथवा चालके आरोपितबलस्य दिशं प्रति सङ्केतं करिष्यति।

विद्युद्यानम्, विद्युज्जनित्रम्, ध्वनिविस्तारकयन्त्रम्, ध्वनिग्रहः तथा च विद्युद्मापकयन्त्रं काश्चन एतादृश्यः युक्तयः सन्ति यासु विद्युद्धारावाहिचालकस्य तथा च चुम्बकीयक्षेत्राणाम् उपयोगः भवति। अग्रिमेषु केषुचित् अनुभागेषु वयं विद्युद्यन्त्राणां तथा च विद्युज्जनित्राणां विषये अध्ययनं करिष्यामः।



चित्रम् 13.14

उदाहरणम् 13.2

13.14 चित्रे दर्शितानुसारं कश्चित् विद्युदणुः कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे क्षेत्रस्य लम्बवत् प्रवेशं करोति। विद्युदणुषु आरोपितबलस्य दिक् का अस्ति?

(क) दक्षिणतः

(ख) वामतः

(ग) कर्गदात् बहिः आगच्छन्

(घ) कर्गदस्य अन्तः गच्छन्

समाधानम्

उत्तरं (घ) विकल्पः अस्ति।

फ्लेमिङ्गस्य वामहस्तनियमस्य अनुसारेण आरोपितबलस्य दिक् चुम्बकीयक्षेत्रस्य तथा च विद्युद्धारायाः द्वयोः दिशां लम्बवत् भवति। स्मरन्तु यत् विद्युद्धारायाः दिक् विद्युदणूनां गतेः दिशः विपरीता भवति। अतः आरोपितबलस्य दिक् कर्गदस्य अन्तः गच्छन्ती अस्ति।

प्रश्नाः

1. कस्यचित् प्राणोः निम्नलिखितेषु कः गुणः कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे मुक्तरूपेण गतिकरणसमये परिवर्तितः भवति? (अत्र एकस्मात् अधिकानि शुद्धानि उत्तराणि भवितुं शक्नुवन्ति।)
   (क) द्रव्यमानम् (ख) गतिः (ग) वेगः (घ) संवेगः
2. 13.7 क्रियाकलापे अस्माकं विचारेण AB यष्टेः विस्थापनं केन प्रकारेण प्रभावितं भविष्यति यदि (i) AB यष्टौ प्रवाहितायां विद्युद्धारायां वृद्धिः भवेत् (ii) अधिकं प्रबलनालचुम्बकस्य प्रयोगं कुर्युः; (iii) AB यष्टौ वृद्धिः करणीया?
3. पश्चिमं प्रति प्रक्षेपितः कश्चन धनावेशितकणः (अल्फाकणः) केनचित् चुम्बकीयक्षेत्रेण उत्तरं प्रति विक्षेपितः भवति। चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् का अस्ति?
   (क) दक्षिणं प्रति (ख) पूर्वं प्रति (ग) अधोमुखी (घ) ऊर्ध्वमुखी

एतदपि जानन्तु

औषधे चुम्बकत्वम्

विद्युद्धारा सर्वदा चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पादयति। एतावत् यत् अस्माकं शरीरस्य तन्त्रिकाकोशिकानाम् अनुदिशगामिन्यः दुर्बलाः आयनधाराः अपि चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पादयन्ति। यदा वयं किमपि वस्तु स्पृशामः तदा अस्माकं तन्त्रिकाः एकस्य विद्युदावेगस्य तां पेशीं यावत् वहनं कुर्वन्ति यस्य उपयोगः अस्माभिः करणीयः अस्ति। एषः आवेगः एकम् अस्थायिनं चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पादयति। एतानि क्षेत्राणि अतीव दुर्बलानि भवन्ति तथा च पृथिव्याः चुम्बकीयक्षेत्रस्य तुलनायां तस्य एकमहार्बुदतमस्य भागस्य समानाः भवन्ति। मानवशरीरस्य द्वौ भागौ यत्र चुम्बकीयक्षेत्रस्य उत्पादनं महत्त्वपूर्णम् अस्ति, तौ हृदयं मस्तिष्कं च स्तः। शरीरस्य अन्तः चुम्बकीयक्षेत्रं शरीरस्य विभिन्नभागानां प्रतिबिम्बं प्राप्तुम् आधारः भवति। एतादृशः एकः विशिष्टः प्रविधिः यः चुम्बकीय-अनुनादप्रतिबिम्बनम् (Magnetic Res_ onance Imaging [MRI]) कथ्यते, तस्य उपयोगेन क्रियते। चिकित्सानिदाने एतेषां प्रतिबिम्बानां विश्लेषणं सहायकं भवति। एवं प्रकारेण चिकित्साविज्ञाने चुम्बकत्वस्य महत्त्वपूर्णः उपयोगः अस्ति।

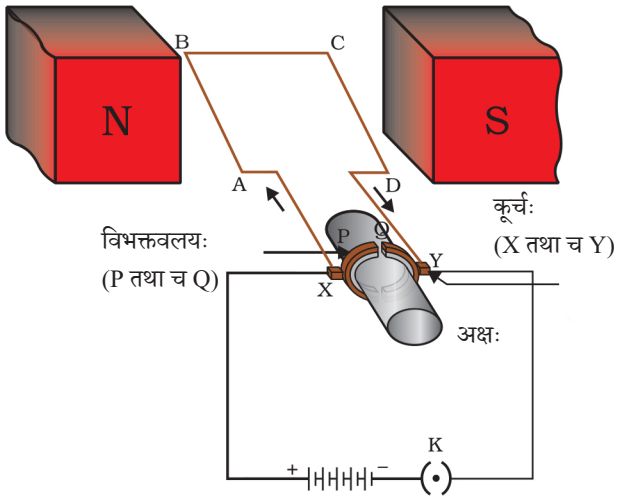
13.4 विद्युद्यन्त्राणि

विद्युद्यन्त्राणि एतादृश्यः भ्रमणयुक्तयः सन्ति यत्र विद्युत्-ऊर्जायाः यान्त्रिक-ऊर्जायां रूपान्तरणं भवति। एकस्य महत्त्वपूर्णस्य अवयवस्य रूपेण विद्युद्यन्त्राणाम् उपयोगः विद्युत्-व्यजनेषु, शीतयन्त्रेषु, विद्युद्मिश्रकेषु, प्रक्षालनयन्त्रेषु, सङ्गणेषु, MP3 वादकादिषु क्रियते। किं भवन्तः जानन्ति यत् विद्युद्यन्त्राणि कथं कार्यं कुर्वन्ति?

13.15 चित्रे दर्शितानुसारं विद्युद्यन्त्रेषु विद्युद्रोधितन्त्र्याः एका आयताकारा ABCD कुण्डली भवति। एषा कुण्डली कस्यचित् चुम्बकीयक्षेत्रस्य द्वयोः ध्रुवयोः मध्ये एवं प्रकारेण स्थापिता भवति यत् एतस्याः AB तथा च CD भुजाः चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशः लम्बवत् भवेयुः।

कुण्डल्याः द्वे स्पर्शरेखे विभक्तवलयस्य द्वाभ्यां P तथा च Q अर्धभागाभ्यां संयोजिते भवतः। एतेषाम् अर्धभागानाम् आन्तरिकं तलं विद्युद्रोधि भवति तथा च अक्षेण युक्तं भवति। P तथा च Q इत्येतयोः बहिः चालकस्य स्पर्शरेखाः क्रमशः X तथा च Y द्वाभ्यां स्थिराभ्यां चालककूर्चाभ्यां स्पर्शं कुर्वन्ति (13.15 चित्रम्)।

विद्युत्कोशात् चलित्वा X चालककूर्चात् गच्छन्ती विद्युद्धारा ABCD कुण्डल्यां प्रवेशं करोति तथा च चालककूर्चात् Y तः गच्छन्ती विद्युत्कोशस्य अपरभागात् प्रत्यागच्छति। अवधानं कुर्वन्तु, कुण्डल्यां विद्युद्धारा एतस्याः AB भुजायां A तः B प्रति तथा च CD भुजायां C तः D प्रति प्रवहति। अतः, AB तथा च CD इत्यस्मिन् विद्युद्धारायाः दिशः परस्परं विपरीताः भवन्ति। चुम्बकीयक्षेत्रे स्थापितायाः विद्युद्धारावाहिचालके आरोपितबलस्य दिशं ज्ञातुं फ्लेमिङ्गस्य वामहस्तनियमस्य (13.13 चित्रं पश्यन्तु) अनुप्रयोगेण वयं प्राप्नुमः यत् AB भुजायाम् आरोपितं



चित्रम् 13.15 सरलविद्युतः यन्त्राणि

बलम् एतम् अधोमुखं प्रति नुदति, यर्हि CD भुजायाम् आरोपितं बलम् एतम् ऊर्ध्वमुखं प्रति नुदति। एवं प्रकारेण कस्मिंश्चित् अक्षे भ्रमितुं स्वतन्त्रकुण्डली तथा च अक्षः वामावर्तभ्रमणं करोति। अर्धघूर्णने Q इत्यस्य सम्पर्कः X कूर्चेन भवति तथा च P इत्यस्य सम्पर्कः Y कूर्चेन भवति। अतः कुण्डल्यां विद्युद्धारा उत्क्रमिता भूत्वा DCBA मार्गस्य अनुदिशं प्रवाहिता भवति। सा युक्तिः या परिपथे विद्युद्धारायाः प्रवाहम् उत्क्रमितं करोति, सः दिक्परिवर्तकः कथ्यते। विद्युद्यन्त्रे विभक्तवलयः **दिक्परिवर्तकस्य** कार्यं करोति। विद्युद्धारा उत्क्रमणेन द्वयोः AB तथा च CD भुजयोः आरोपितबलस्य दिशः अपि उत्क्रमिताः भवन्ति। एवं प्रकारेण कुण्डल्याः AB भुजा या पूर्वम् अधोमुखं प्रति नुन्ना आसीत्, अधुना ऊर्ध्वमुखं प्रति नुद्यते, तथा च कुण्डल्याः CD भुजा या पूर्वम् ऊर्ध्वमुखं प्रति नुन्ना, अधुना अधोमुखं प्रति नुद्यते। अतः कुण्डली तथा च अक्षः तस्याम् एव दिशि अधुना अर्धं भ्रमणम् इतोऽपि पूरयति। प्रत्येकम् अर्धभ्रमणात् परं विद्युद्धारायाः उत्क्रमणस्य क्रमम् आवर्तयन् भवति यस्य फलस्वरूपेण कुण्डली तथा च अक्षः निरन्तरं भ्रमति। व्यावसायिकयन्त्रेषु (i) स्थायिचुम्बकानां स्थाने विद्युच्चुम्बकाः प्रयुज्यन्ते, (ii) विद्युद्धारावाहिकुण्डल्यां व्यावर्तानां सङ्ख्या अत्यधिका भवति तथा च (iii) कुण्डली मृदुलौहक्रोडे पुटीक्रियते। सः मृदुः लौहक्रोडः यस्मिन् कुण्डली पुटीक्रियते तथा च कुण्डलीद्वयं मिलित्वा कवचं **(Armature)** कथ्यते। एतेन यन्त्रस्य शक्तौ वृद्धिः भवति।

प्रश्नाः

1. फ्लेमिङ्गस्य वामहस्तनियमं लिखन्तु।
2. विद्युद्यन्त्रस्य कः सिद्धान्तः अस्ति?
3. विद्युद्यन्त्रे विभक्तवलयस्य का भूमिका अस्ति?

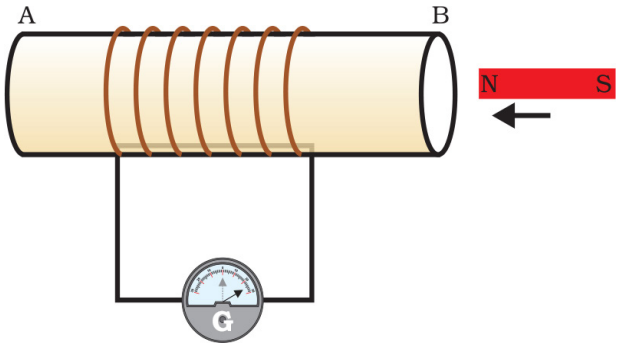
13.5 विद्युच्चुम्बकीया प्रेरणा

अस्माभिः एतत् पठितं यत् यदा काचित् विद्युद्धारावाहिनी चालिका कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे एवं प्रकारेण स्थाप्यते यत् चालके प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः दिक् चुम्बकीयक्षेत्रं प्रति लम्बवत् स्यात् तर्हि सः चालकः समानबलम् अनुभवति। तस्य बलस्य कारणेन सः चालकः गतिम् आरभते। अधुना वयम् एतादृशस्थितेः कल्पनां कुर्मः यस्मिन् कश्चन चालकः कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे गतिं करोति अथवा कञ्चित् स्थिरचालकं परितः चुम्बकीयक्षेत्रं परिवर्तितं भवति। एतस्यां स्थितौ किं भविष्यति? एतस्य सर्वप्रथमम् अध्ययनं सन् 1831 ई. वर्षे माइकेल फैराडे अकरोत्। फैराडेवर्यस्य एतत् अन्वेषणं 'कस्यचित् गतिशीलस्य चुम्बकस्य उपयोगः केन अस्ति। एतस्य प्रभावस्य अध्ययनार्थम् आगच्छन्तु एकं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 13.8

- अनेकव्यावर्तकानां तन्त्र्याः एकां कुण्डलीं AB स्वीकुर्वन्तु।
- कुण्डल्याः स्पर्शरेखाः धारामाप्या (galvanometer) 13.16 चित्रे दर्शितानुसारं संयोजयन्तु।

- एकां प्रबलां चुम्बकयष्टिं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतस्य उत्तरध्रुवं कुण्डल्याः B स्पर्शरेखाः प्रति नयन्तु। किं भवन्तः धारामाप्याः सूच्यां किमपि परिवर्तनं प्राप्नुवन्ति?
- धारामाप्याः सूच्यां क्षणिकः विक्षेपः भवति, चिन्तयन्तु एषः दक्षिणं प्रति अस्ति। एषः AB कुण्डल्यां विद्युद्धारायाः उपस्थितेः सङ्केतं करोति। यथैव चुम्बकस्य गतिः समाप्ता भवति, धारामाप्यां विक्षेपः शून्यः भवति।
- अधुना चुम्बकस्य उत्तरध्रुवं कुण्डलीतः दूरं नयन्तु। इदानीं धारामाप्याः सूची वामं प्रति विक्षेपिता भवति, या एतत् दर्शयति यत् अधुना परिपथे उत्पन्नायाः विद्युद्धारायाः दिक् पूर्वतनस्य विपरीता अस्ति।
- कुण्डल्याः समीपे कञ्चित् चुम्बकं स्थिरावस्थायाम् एवं प्रकारेण स्थापयन्तु यथा चुम्बकस्य उत्तरध्रुवः कुण्डल्याः B भागं प्रति भवेत्। वयम् एतत् पश्यामः यत् यथैव कुण्डलीं चुम्बकस्य उत्तरध्रुवं प्रति नयामः, धारामाप्याः सूची दक्षिणं प्रति विक्षेपिता भवति। एतेन एव प्रकारेण, यदा कुण्डलं उत्तरध्रुवात् दूरम् अपसारयामः तदा धारामाप्याः सूची वामं प्रति विक्षेपिता भवति।
- यदा कुण्डलीं चुम्बकस्य सापेक्षे स्थिरां स्थापयामः तदा धारामाप्यां विक्षेपः शून्यः भवति। एतेन क्रियाकलापेन भवन्तः कं निष्कर्षं प्राप्नुवन्ति?



चित्रम् 13.16 चुम्बकस्य कुण्डलीं प्रति नयनेन कुण्डल्याः परिपथे विद्युद्धारा उत्पन्ना भवति, या धारामाप्याः सूच्याः विक्षेपद्वारा इङ्गिता भवति।

भवन्तः एतत् परीक्षितुं शक्नुवन्ति यत् यदि भवन्तः चुम्बकस्य दक्षिणध्रुवं कुण्डल्याः B भागं प्रति गमयन्ति तर्हि धारामाप्यां विक्षेपणं पूर्वस्थितेः (यस्मिन् उत्तरध्रुवस्य उपयोगः कृतः आसीत्) विपरीतं भविष्यति। यदा कुण्डली तथा च चुम्बकः द्वौ अपि स्थिरौ भवतः तदा धारामाप्यां किमपि विक्षेपणं न भवति अतः एतस्मात् क्रियाकलापात् एतत् स्पष्टम् अस्ति यत् कुण्डल्याः सापेक्षचुम्बकस्य गतिः एकं प्रेरितं विभवान्तरम् उत्पादयति, यस्य कारणेन परिपथे प्रेरिता विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति।

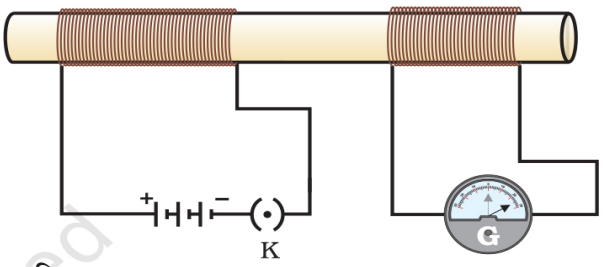
धारामापी एकम् एतादृशम् उपकरणम् अस्ति यत् कस्मिंश्चित् परिपथे विद्युद्धारायाः उपस्थितिं संसूचयति। यदि एतेन प्रवाहिता विद्युद्धारा शून्या भवति तर्हि एतस्य सङ्केतकः शून्ये (मापिकायाः मध्ये) भवति। एषः स्वशून्यचिह्नस्य वामतः अथवा दक्षिणतः विक्षेपितः भवितुं शक्नोति, एषः विक्षेपः विद्युद्धारायाः दिशम् आश्रयति।

माइकेल फैराडे (1791-1867)

माइकेल फैराडे कश्चन प्रायोगिकः भौतिकविज्ञानी आसीत्। तेन कापि औपचारिकी शिक्षा न प्राप्ता। स्वजीवनस्य आरम्भकाले तेन इत्यस्य वैज्ञानिकस्य हम्फ्रे डेवीमहोदयस्य सार्वजनिकस्य व्याख्यानश्रवणस्य अवसरः प्राप्तः। सः सावधानतया डेवीमहोदयस्य

पुस्तकावरणस्य विपण्यां कार्यं कृतम्। फैराडे पुस्तकावरणार्थं विपण्याम् आगतानां पुस्तकानाम् अध्ययनं करोति स्म। एतेन तस्य विज्ञाने रुचिः उत्पन्ना। तेन रॉयल इन्स्टिट्यूट व्यख्यानानां सञ्चिकां सज्जीकृतवान् तथा च तां सञ्चिकां डेवीमहोदयस्य समीपं प्रेषितवान्। शीघ्रम् एव सः रॉयल इन्स्टिट्यूटमध्ये डेवीमहोदयस्य प्रयोगशालायां सहायकत्वेन स्थापितः। फैराडे बहूनि क्रान्तिकारीणि अन्वेषणानि कृतवान् येषु विद्युच्चुम्बकत्वस्य प्रेरणा तथा च विद्युतः अपघटनस्य नियमाः सम्मिलिताः सन्ति। अनेकैः विश्वविद्यालयैः तस्मै शिरोमण्यादीन् उपाधीन् प्रदातुं प्रयासः कृतः, किन्तु तेन एतादृशानि सम्मानानि न अङ्गीकृतानि। फैराडेमहोदयस्य कस्यचित् अपि सम्मानस्य अपेक्षया स्ववैज्ञानिककार्येषु अधिकं प्रेम आसीत्।

आगच्छन्तु, अधुना वयं 13.8 क्रियाकलापे किञ्चित् परिवर्तनं कुर्मः तथा च गतिमन्तं चुम्बकम् एतादृश्या विद्युद्धारावाहिन्या कुण्डल्या प्रतिष्ठापयामः यस्मिन् विद्युद्धारायाः परिमाणं परिवर्तयितुं शक्यते।



चित्रम् 13.17
कुण्डल्यां-1 विद्युद्धारायाः परिवर्तनेन कुण्डल्यां-2 विद्युद्धारा प्रेरिता भवति

क्रियाकलापः 13.9

- ताम्रतन्त्र्याः द्वे भिन्ने कुण्डल्यौ स्वीकुर्वन्तु यत्र व्यावर्तकानां संख्या बहु अधिका (यथा क्रमशः 50 तथा च 100 व्यावर्ताः) भवेत्। एतान् व्यावर्तान् 13.17 चित्रे दर्शितानुसारं कस्यचित् विद्युद्रोधिरिक्तवेल्लन्याम् आरोपयन्तु (भवन्तः स्थूलं कर्गदम् अपि रिक्तवेल्लनीरूपेण पुटीकृत्य एतत् कार्यं कर्तुं शक्नुवन्ति)।
- कुण्डली-1 यत्र व्यावर्तानां सङ्ख्या अपेक्षाकृता अधिका अस्ति तत्र श्रेणीक्रमे विद्युत्कोशं तथा च अवकीलकं कुञ्चिकया संयोजयन्तु। अन्यकुण्डलीम्-2 अपि 13.7 चित्रे दर्शितानुसारं धारामाप्या संयोजयन्तु।
- कुञ्चिकाम् अवकीलके योजयन्तु। धारामाप्याः प्रेक्षणं कुर्वन्तु। किम् एतस्याः सूची कमपि विक्षेपं दर्शयति? भवन्तः एतत् द्रक्ष्यन्ति यत् धारामाप्याः सूची झटिति एव एकस्यां दिशि तीव्रगत्या विक्षिप्ता भूत्वा तया एव गत्या शीघ्रं शून्यं प्रति आगच्छति। एतत् कुण्डल्यां-2 क्षणिकविद्युद्धारायाः उत्पत्तिं सूचयति।

विद्युत्कोशात् 1 कुण्डलीं वियोजयन्तु। भवन्तः एतत् प्राप्स्यन्ति यत् एवं करणेन 2 कुण्डल्याम् एका क्षणिका विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति, किन्तु एतस्याः दिक् पूर्वतः एव विपरीता भवति।

चित्रम् 13.18 फ्लेमिंगस्य दक्षिणहस्तनियमः

एतस्मिन् क्रियाकलापे वयम् एतस्य प्रेक्षणं करिष्यामः यत् यथैव 1 कुण्डल्यां विद्युद्धारा स्थायिनी भवति, 2 कुण्डल्यां संयोजिता धारामापी किमपि विक्षेपं न दर्शयति। एतस्मात् प्रेक्षणात् एषः निष्कर्षः प्राप्यते यत् यदा कदाचित् अपि 1 कुण्डल्यां प्रवाहितायाः विद्युद्धारायाः परिमाणे परिवर्तनं भवति (विद्युद्धारा आरभ्यते अथवा समाप्यते) तदा 2 कुण्डल्याम् एकं विभवान्तरं प्रेरितं भवति। 1 कुण्डली **प्राथमिककुण्डली** तथा च 2 कुण्डली **द्वितीयककुण्डली**

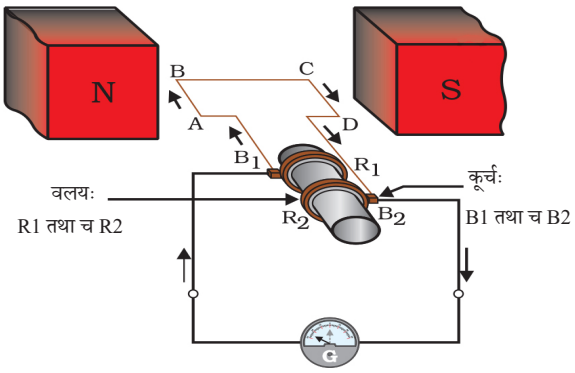
कथ्यते। यथैव प्रथमकुण्डल्यां प्रवाहितायां विद्युद्धारायां परिवर्तनं भवति। एतेन सम्बद्धं चुम्बकीयक्षेत्रम् अपि परिवर्तते। एवं प्रकारेण द्वितीयककुण्डलीं परितः चुम्बकीयक्षेत्ररेखाः अपि परिवर्तन्ते। अतः द्वितीयककुण्डल्या सम्बद्धस्य चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखासु परिवर्तनम् एव तस्मिन् प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः उत्पादनस्य कारणं भवति। सः प्रक्रमः येन कस्यचित् चालकस्य परिवर्तिचुम्बकीयक्षेत्रस्य कारणेन अन्यस्मिन् चालके विद्युद्धारा प्रेरिता भवति सा विद्युच्चुम्बकीयप्रेरणा कथ्यते। व्यवहारे वयं कस्याञ्चित् कुण्डल्यां प्रेरितां विद्युद्धारां कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे गतिं कारयित्वा अथवा तां परितः चुम्बकीयक्षेत्रम्, परिवर्त्य उत्पादयितुं शक्नुमः। अधिकांशपरिस्थितिषु चुम्बकीयक्षेत्रे कुण्डल्याः गतिं कारयित्वा प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः उत्पादनम् अधिकं सुकरं भवति। यदा कुण्डल्याः गतेः दिक् चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशः लम्बवत् भवति, तदा कुण्डल्याम् उत्पन्ना विद्युद्धारा अधिकतमा भवति। एतस्यां स्थितौ प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः दिशं ज्ञातुं वयम् एकं सरलं नियमम् उपयोक्तुं शक्नुमः। एतस्य नियमस्य अनुसारेण स्वदक्षिणहस्तस्य तर्जनीं, मध्यमां तथा च अङ्गुष्ठम् एवं प्रकारेण विस्तारयन्तु यथा एताः तिस्रः परस्परं लम्बवत् स्युः (13.18 चित्रम्)। यदि तर्जनी चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिशं प्रति सङ्केतं करोति तथा च अङ्गुष्ठः चालकस्य गतेः दिशं प्रति सङ्केतं करोति तर्हि मध्यमा चालके प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः दिशं दर्शयति। एषः सरलनियमः फ्लेमिङ्गस्य दक्षिणहस्तनियमः कथ्यते।

प्रश्नाः

1. कस्याञ्चित् कुण्डल्यां विद्युद्धारां प्रेरयितुं विभिन्नाः पद्धतीः स्पष्टीकुर्वन्तु।

13.6 विद्युज्जनकः

विद्युच्चुम्बकीयस्य प्रेरणायाः परिघटनायाम् आधारितान् यान् प्रयोगान् वयम् अधीवन्तः, तेषु उत्पन्नायाः प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः परिमाणं प्रायः बहु न्यूनं भवति। एतस्य सिद्धान्तस्य उपयोगः गृहेभ्यः तथा च उद्योगेभ्यः अत्यधिकस्य परिमाणस्य विद्युद्धारायाः उत्पादने अपि क्रियते। विद्युज्जनके यान्त्रिक-ऊर्जायाः उपयोगः चुम्बकीयक्षेत्रेषु स्थापिताय कस्मैचित् चालकाय घूर्णीगतिं प्रदातुं क्रियते यस्य फलस्वरूपेण विद्युद्धारा उत्पन्ना भवति।



चित्रम् 13.19 विद्युज्जनकस्य सिद्धान्तप्रदर्शनम्

13.19 चित्रे दर्शितानुसारं विद्युज्जनके एका घूर्णिः आयताकारा ABCD कुण्डली भवति या कस्यचित् स्थायिचुम्बकस्य द्वयोः ध्रुवयोः मध्ये स्थाप्यते। एतस्याः कुण्डल्याः द्वे स्पर्शरेखे R1 तथा च R2 द्वाभ्यां वलयाभ्यां संयोजिते भवतः। द्वौ स्थिरौ B1 तथा च B2 चालककूर्चौ पृथक् पृथक् रूपेण क्रमशः R1 तथा च R2 वलयेषु नुत्त्वा स्थाप्यते। R1 तथा च R2 द्वयोः वलययोः अन्तः अक्षेण युक्ते भवतः। चुम्बकीयक्षेत्रस्य अन्तः स्थितायै कुण्डल्यै घूर्णनगतिं दातुम् एतस्य अक्षः यान्त्रिकरूपेण बहिर्भागात् भ्रामयितुं शक्यते। द्वयोः कूर्चयोः बाह्ये स्पर्शरेखे, बाह्ये परिपथे विद्युद्धारायाः प्रवाहं दर्शयितुं धारामाप्या संयोजिते भवतः।

यदा द्वाभ्यां वलयाभ्यां युक्तः अक्षः एवं प्रकारेण भ्राम्यते यत् कुण्डल्याः AB भुजायाः ऊर्ध्वं प्रति (तथा च CD अधः प्रति), स्थायिचुम्बकद्वारा उत्पन्ने चुम्बकीयक्षेत्रे, गतिं करोति तदा कुण्डली चुम्बकीयक्षेत्रस्य रेखाः कर्तयति। चिन्तयन्तु ABCD कुण्डली 13.19 चित्रे

दर्शितायां व्यवस्थायां, दक्षिणावर्तत्वेन भ्राम्यते। तदा फ्लेमिङ्गस्य दक्षिणहस्तनियमस्य आचरणेन एतासु भुजासु AB तथा च CD दिशाम् अनुदिशं प्रेरिताः विद्युद्धाराः प्रवहणम् आरभन्ते। एवं प्रकारेण, ABCD कुण्डल्यां दिक्षु प्रेरिता विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। यदि कुण्डल्यां व्यावर्तानां सङ्ख्या अत्यधिका अस्ति तर्हि प्रत्येकं व्यावर्ते प्रेरिता विद्युद्धारा परस्परं मिलित्वा कुण्डल्याम् एकां शक्तिशालिनीं विद्युद्धारां निर्माति। एतस्य तात्पर्यम् अस्ति यत् बाह्यपरिपथे B2 तः B1 इत्यस्यां दिशि विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति।

अर्धघूर्णनात् परं CD भुजा उपरि प्रति तथा च AB भुजा अधः प्रति गमनम् आरभते। फलस्वरूपेण एतयोः द्वयोः भुजयोः प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः दिक् परिवर्तिता भवति तथा च DCBA इत्यस्य अनुदिशं पूर्णतया प्रेरिता विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। एवं प्रकारेण, अधुना बाह्ये परिपथे B1 तः B2 इत्यस्यां दिशि विद्युद्धारा प्रवाहिता भवति। अतः प्रत्येकम् अर्धभ्रमणात् परं क्रमिकरूपेण एतासु भुजासु विद्युद्धारायाः ध्रुवता परिवर्तमाना भवति। एतादृशी विद्युद्धारा या समानात् कालान्तरालात् परं स्वदिशि परिवर्तनं करोति, सा **प्रत्यावर्तिधारा** (सङ्क्षेपेण ac) कथ्यते। विद्युतः उत्पादनस्य एषा युक्तिः **प्रत्यावर्ति-विद्युद्धाराजनकः (ac जनित्रम्)** कथ्यते।

दिष्टधारां (अर्थात् dc यस्मिन् समयेन सह दिशि परिवर्तनं न भवति) प्राप्तुं विभक्तस्य वलयप्रकारकस्य दिक्परिवर्तकस्य उपयोगः क्रियते। अनया व्यवस्थया सह एकः कूर्चः सर्वदा एव तस्याः भुजायाः सम्पर्के भवति यः चुम्बकीयक्षेत्रे उपरि प्रति गतिं करोति यर्हि अपरः कूर्चः सदैव अधस्तनं प्रति गतिं कुर्वत्याः भुजायाः सम्पर्के भवति। वयं विभक्तवलयस्य दिक्परिवर्तकस्य कार्यप्रणालीं विद्युद्यन्त्रस्य अध्ययने दृष्टवन्तः स्मः (13.15 चित्रं पश्यन्तु)। एवं प्रकारेण, अनया व्यवस्थया सह एका दिष्टा विद्युद्धारा उत्पन्ना भवति। एतादृशः जनकः **दिष्टधारा (dc) जनकः** कथ्यते।

दिष्टधारायाः तथा च प्रत्यावर्तिधारायाः मध्ये एतत् अन्तरम् अस्ति यत् दिष्टधारा सदैव एकस्याम् एव दिशि प्रवाहिता भवति, यर्हि प्रत्यावर्तिधारा एकस्मात् निश्चितकालान्तरालात् परं स्वदिशम् उत्क्रामन्ती भवति। अद्यत्वे यावन्ति अपि विद्युत्संयन्त्राणि स्थाप्यमानानि सन्ति तेषु प्रायशः प्रत्यावर्तिविद्युद्धारायाः उत्पादनं भवति। भारते उत्पादिता प्रत्यावर्तिनी विद्युद्धारा प्रति 1/100 s परं स्वदिशम् उत्क्रामति, अर्थात् एतस्याः (ac) प्रत्यावर्तिधारायाः आवृत्तिः 50 Hz अस्ति। dc इत्यस्य अपेक्षया ac इत्यस्य एकः महत्त्वपूर्णः लाभः एषः अस्ति यत् विद्युत्-शक्तिः सुदूरस्थानेषु अधिकम् ऊर्जाक्षयं विना प्रेषयितुं शक्यते।

प्रश्नाः

1. विद्युज्जनकस्य सिद्धान्तं लिखन्तु।
2. दिष्टधारायाः उत्पादकस्रोतसां नामानि लिखन्तु।
3. प्रत्यावर्तिविद्युद्धारायाः उत्पादकस्रोतसां नामानि लिखन्तु।
4. उचितविकल्पस्य चयनं कुर्वन्तु-

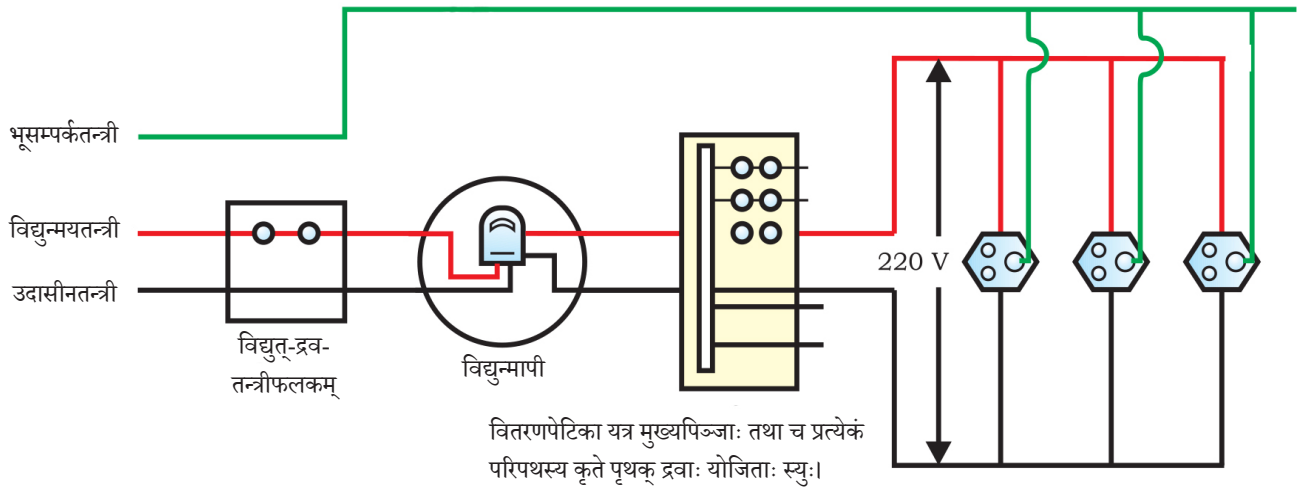
ताम्रतन्त्याः एका आयताकारा कुण्डली चुम्बकीयक्षेत्रे आवर्तनगतिं करोति। एतस्यां कुण्डल्यां प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः दिशि कतिभ्यः परिभ्रमणेभ्यः परं परिवर्तनं भवति?

(क) द्वौ (ख) एकम् (ग) अर्धम् (घ) एकभागः

13.7 गृह्यविद्युत्परिपथः

वयं स्वगृहेषु विद्युत्-शक्तेः आपूर्तिं मुख्यतन्त्रीतः (यत् प्रधानं (main) कथ्यते) प्राप्नुमः। एताः मुख्यतन्त्र्यः पृथिव्यां योजितानां विद्युत्-स्तम्भानां साहाय्येन अथवा भूमिगततन्त्रीतः अस्माकं गृहपर्यन्तम् आगच्छन्ति। एतस्याः आपूर्तेः तन्त्रीषु एका तन्त्री यस्यां प्रायः रक्तं विद्युद्रोधि आवरणं भवति सा **विद्युन्मयतन्त्री** (अथवा धनात्मकतन्त्री) कथ्यते। अन्या तन्त्री यस्यां कृष्णावरणं भवति सा **उदासीनतन्त्री** (अथवा ऋणात्मकतन्त्री) कथ्यते। अस्माकं देशे एतयोः द्वयोः तन्त्र्योः मध्ये 220 V इत्यस्य विभवान्तरं भवति।

गृहे योजिते मानफलके एताः तन्त्र्यः मुख्यद्रवतन्त्रीतः गच्छन्त्यः एकस्मिन् मानफलके प्रवेशं कुर्वन्ति। एताः मुख्यपिञ्जात् नीयमानाः गृहस्य वीथितन्त्रीभिः संयोज्यन्ते। एताः तन्त्र्यः गृहस्य पृथक् पृथक् परिपथेषु विद्युत्-आपूर्तिं कुर्वन्ति। प्रायः गृहेषु द्वौ पृथक् परिपथौ भवतः, एकः 15 A विद्युद्धारायाः अनुमताङ्कार्थं यस्य उपयोगः उच्चशक्तेः विद्युद्यन्त्राणि यथा जलोष्णकस्य, वायुशीतकादीनां कृते क्रियते। अपरः विद्युत्परिपथः 5 A विद्युद्धारा अनुमताङ्कार्थं भवति येन गोलदीपाः व्यजनादीनि च चाल्यन्ते। भूसम्पर्कतन्त्री यस्यां प्रायः हरितं विद्युद्रोधि आवरणं भवति, गृहस्य समीपे भूमेः अन्तः बहु गभीरतायां स्थितधातोः ताम्रपट्टेन संयोजितं भवति। एतस्याः तन्त्र्याः उपयोगः विशेषेण विद्युत् समीकरः, भूर्जित्रम्, उत्पीठिकव्यजनम्, शीतयन्त्रम् इत्यादिधातोः आवरणवतां यन्त्रेषु सुरक्षायाः उपायरूपेण क्रियते। धातोः आवरणैः संयोजिताः भूसम्पर्कतन्त्र्यः विद्युद्धारार्थम् अल्पप्रतिरोधस्य चालनपथं प्रस्तुवन्ति। एतेन निश्चितं भवति यत् यन्त्रस्य धात्विकावरणे विद्युद्धारायाः कस्यचित् क्षरणेन तस्य यन्त्रस्य विभवः भूमेः विभवस्य



चित्रम् 13.20 सामान्येषु गृह्यविद्युत्परिपथेषु एकस्य परिपथस्य व्यवस्था-आरेखः

समानं भविष्यति। फलस्वरूपेण तस्य यन्त्रस्य उपयोक्ता कश्चित् जनः तीव्रेण विद्युदाघातेन सुरक्षितः भवति। 13.20 चित्रे सामान्येषु गृह्यविद्युत्परिपथेषु कस्यचित् एकस्य परिपथस्य व्यवस्था-आरेखः दर्शितः अस्ति। प्रत्येकं पृथक् विद्युत्परिपथे विद्युन्मयानां तथा च उदासीनतन्त्रीणां मध्ये विभिन्नानि विद्युद्यन्त्राणि संयोजयितुं शक्यन्ते। प्रत्येकं यन्त्रस्य स्वकीयाः पृथक् चालनपिञ्जाः तथा च पिधानपिञ्जाः (On/Off) भवन्ति, यतः इच्छानुसारं तेषु विद्युद्धारा प्रवाहयितुं शक्येत। सर्वाणि यन्त्राणि समानां परीवर्ततां प्राप्तुं शक्नुयुः, एतदर्थं तानि परस्परं पार्श्वक्रमे संयोज्यन्ते। विद्युद्द्रवः सर्वेषां गृह्यपरिपथानाम् एकः महत्त्वपूर्णः अवयवः भवति। गते अध्याये (अनुभागं 12.7 पश्यन्तु) वयं विद्युद्द्रवस्य सिद्धान्तानां तथा च कार्यविधेः विषये अध्ययनं कृतवन्तः स्मः। विद्युत्परिपथे योजितः द्रवः परिपथं तथा च यन्त्रम् अतिभारकारणेन जायमानायाः क्षतेः रक्षति। यदा विद्युन्मयतन्त्र्यः तथा च उदासीनतन्त्र्यः उभये अपि साक्षात् सम्पर्के आगच्छन्ति तदा अतिभारः भवितुं शक्नोति (एतत् तदा भवति यदा तन्त्रीणां विद्युद्रोधनं क्षतिग्रस्तं भवति अथवा यन्त्रे कश्चन दोषः भवति)। एतादृशीषु परिस्थितिषु, कस्मिंश्चित् परिपथे विद्युद्धारा सहसा बहु अधिका भवति। एतत् लघुपथनं कथ्यते। विद्युद्द्रवस्य उपयोगः विद्युपरिपथस्य तथा च विद्युद्यन्त्रस्य अवाञ्छितायाः उच्चविद्युद्धारायाः प्रवाहं समाप्य, सम्भावितक्षतेः रक्षणम् अस्ति। द्रवेषु जायमानः जूलतापनः द्रवं द्रवयति येन विद्युत्परिपथः भग्नः भवति। आपूर्तेः परीवर्ते दुर्घटनाकारणेन जायमानया वृद्ध्या अपि कदाचित् अतिभारः भवितुं शक्नोति। कदाचित् एकेन परिपथेन बहूनां विद्युद्यन्त्राणां संयोजनेन अपि अतिभारः भवति।

प्रश्नाः

1. विद्युत्परिपथेषु तथा च यन्त्रेषु सामान्यतः उपयुज्यमानयोः द्वयोः सुरक्षा-उपाययोः नामानि लिखन्तु।
2. 2 kW शक्तेः अनुमताङ्कस्य विद्युदापाकः कस्मिंश्चित् गृह्यविद्युतः परिपथे (220V) प्रचाल्यते यस्य विद्युद्धारा-अनुमताङ्कः 5 A अस्ति, एतस्मात् भवन्तः कस्य परिणामस्य अपेक्षां कुर्वन्ति? स्पष्टं कुर्वन्तु।
3. गृह्यविद्युतः परिपथेषु अतिभारात् रक्षणाय का सावधानता स्थापनीया?

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- दिक्सूची एकः लघुचुम्बकः भवति। एतस्य एकः भागः यः उत्तरं प्रति सङ्केतं करोति सः उत्तरध्रुवः कथ्यते, तथा च अपरः भागः यः दक्षिणं प्रति सङ्केतं करोति सः दक्षिणध्रुवः कथ्यते।
- कमपि चुम्बकं परितः एकं चुम्बकीयक्षेत्रं भवति यस्मिन् तस्य चुम्बकस्य बलं संसूचयितुं शक्यते।
- कस्यचित् चुम्बकीयक्षेत्रस्य निरूपणाय चुम्बकीयक्षेत्ररेखाणाम् उपयोगः क्रियते। चुम्बकीयक्षेत्ररेखा सः मार्गः अस्ति यस्य अनुदिशं कश्चन परिकल्पितः स्वतन्त्रः उत्तरध्रुवः गन्तुं प्रवृत्तिं स्थापयति। चुम्बकीयक्षेत्रस्य कस्मिंश्चित् बिन्दौ क्षेत्रस्य दिक् तस्मिन् बिन्दौ स्थापितस्य उत्तरध्रुवस्य गतेः दिशा प्रदर्श्यते। यत्र चुम्बकीयक्षेत्रं प्रबलं भवति, तत्र क्षेत्ररेखाः परस्परं समीपे दृश्यन्ते।

- कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहिन्याः धातोः तन्त्र्या एकं चुम्बकीयक्षेत्रं सम्बद्धं भवति। तन्त्रीं परितः क्षेत्ररेखाः अनेकेषां संकेन्द्रवृत्तानां रूपेण भवन्ति यासां दिक् दक्षिणहस्तस्य अङ्गुष्ठनियमेन ज्ञायते।
- विद्युच्चुम्बके मृदुलौहक्रोडः भवति यं परितः विद्युद्रोधिताम्रतन्त्र्याः कुण्डली पुटीभवति।
- कश्चित् विद्युद्धारावाहिचालकः चुम्बकीयक्षेत्रे स्थापनेन बलस्य अनुभवं करोति। यदि चुम्बकीयक्षेत्रस्य तथा च विद्युद्धारायाः दिशः परस्परं लम्बवत् सन्ति तर्हि चालके आरोपितबलस्य दिक् एतयोः द्वयोः दिशोः लम्बवत् भवति, या फ्लेमिङ्गस्य वामहस्तनियमद्वारा प्राप्यते। विद्युद्यन्त्रम् एका एतादृशी युक्तिः अस्ति या विद्युत्-ऊर्जायाः यान्त्रिक-ऊर्जायां रूपान्तरणं करोति।
- विद्युच्चुम्बकीया प्रेरणा एका एतादृशी परिघटना अस्ति यत्र कस्याञ्चित् कुण्डल्यां, या कस्मिंश्चित् एतादृशे क्षेत्रे स्थिता अस्ति यत्र समयेन सह चुम्बकीयक्षेत्रं परिवर्तितं भवति, एका प्रेरिता विद्युद्धारा उत्पन्ना भवति। चुम्बकीयक्षेत्रे परिवर्तनं कस्यचित् चुम्बकस्य तथा च तस्य समीपे स्थितायाः कस्याश्चित् कुण्डल्याः मध्ये अपेक्षितगतेः कारणेन भवितुं शक्नोति। यदि कुण्डली कस्यचित् विद्युद्धारावाहिचालकस्य समीपे स्थापिता अस्ति तर्हि कुण्डल्या सम्बद्धं चुम्बकीयक्षेत्रं चालकेन प्रवाहितायां विद्युद्धारायां भिन्नतायाः कारणेन भवितुं शक्नोति अथवा चालकस्य तथा च कुण्डल्याः मध्ये अपेक्षितगतेः कारणेन भवितुं शक्नोति। प्रेरितायाः विद्युद्धारायाः दिक् फ्लेमिङ्गस्य दक्षिणहस्तस्य नियमद्वारा प्राप्यते।
- विद्युज्जनकः यान्त्रिक-ऊर्जायाः विद्युत्-ऊर्जायां रूपान्तरणं करोति। एतत् विद्युच्चुम्बकीयस्य प्रेरणायाः आधारेण कार्यं करोति।
- वयं स्वगृहेषु प्रत्यावर्तिविद्युत्-शक्तिं 220 V इत्यत्र प्राप्नुमः यस्य आवृत्तिः 50 Hz अस्ति। आपूर्तेः एका तन्त्री रक्ता विद्युद्रोधियुक्ता भवति या विद्युन्मयतन्त्री कथ्यते। अपरस्यां कृष्णा विद्युद्रोधियुक्ता भवति या उदासीनतन्त्री कथ्यते। एतयोः द्वयोः तन्त्र्योः मध्ये 220 V इत्यस्य विभवान्तरं भवति। तृतीया तन्त्री भूसम्पर्कतन्त्री भवति यस्यां हरितं विद्युद्रोधनं भवति। एषा तन्त्री भूम्यां गभीरतायां निक्षिप्तधातोः ताम्रपट्टेन संयोजिता भवति। भूसम्पर्कणम् एकः सुरक्षा-उपायः अस्ति यः एतत् सुनिश्चितं करोति यत् यन्त्रस्य धात्विकावरणे यदि विद्युद्धारायाः किमपि क्षरणं भवति तर्हि तस्य यन्त्रस्य उपयोक्तुः जनस्य गम्भीरः बलप्रवाहः न भवेत्।
- विद्युत्परिपथानां लघुपथनस्य अथवा अतिभारस्य कारणेन भाविन्याः हानेः सुरक्षायाः सर्वस्मात् महत्त्वपूर्णा युक्तिः द्रवः अस्ति।

अभ्यासः

1. निम्नलिखितेषु कः कस्याश्चित् दीर्घायाः विद्युद्धारावाहितन्त्र्याः समीपे चुम्बकीयक्षेत्रस्य शुद्धतया वर्णनं करोति?
   (क) चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाः तन्त्र्याः लम्बवत् भवन्ति।
   (ख) चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाः तन्त्र्याः समान्तरेण भवन्ति।
   (ग) चुम्बकीयक्षेत्रस्य क्षेत्ररेखाः अरीयाः भवन्ति यासाम् उद्भवः तन्त्रीतः भवति।
   (घ) चुम्बकीयक्षेत्रस्य सङ्केन्द्रीक्षेत्ररेखाणां केन्द्रं तन्त्री भवति।
2. विद्युच्चुम्बकीयस्य प्रेरणायाः परिघटना-
   (क) कस्यचित् वस्तुनः आवेशस्य प्रक्रिया अस्ति।

(ख) कस्याञ्चित् कुण्डल्यां विद्युद्धारायाः प्रवाहस्य कारणेन चुम्बकीयक्षेत्रस्य उत्पादनप्रक्रिया अस्ति।

(ग) कुण्डल्याः तथा च चुम्बकस्य मध्ये अपेक्षितगतेः कारणेन कुण्डल्यां प्रेरिता विद्युद्धारा उत्पादनीया अस्ति।

(घ) कस्यचित् विद्युद्यन्त्रस्य कुण्डल्याः भ्रामणस्य प्रक्रिया अस्ति।

3. विद्युद्धारायाः उत्पादनस्य युक्तिं कथयन्ति-

(क) जनित्रम्

(ख) धारामापी

(ग) विद्युद्मापी (Ammeter)

(घ) यन्त्रम्

4. कस्यचित् ac जनित्रे तथा च dc जनित्रे एकं मूलभूतम् अन्तरम् एतत् अस्ति यत्-

(क) Ac जनित्रे विद्युच्चुम्बकः भवति यर्हि यन्त्रे स्थायी चुम्बकः भवति।

(ख) dc जनित्रम् उच्चपरीवर्ततां जनयति।

(ग) ac जनित्रम् उच्चपरीवर्ततां जनयति।

(घ) dc जनित्रे सर्पिवलयाः भवन्ति यर्हि जनित्रे दिक्परिवर्तकाः भवन्ति।

5. लघुपथनस्य समये परिपथे विद्युद्धारायाः मानम् -

(क) बहुन्यूनं भवति।

(ख) परिवर्तितं न भवति।

(ग) बहु अधिकं वर्धते।

(घ) निरन्तरं परिवर्तितं भवति।

6. निम्नलिखितेषु प्रकथनेषु किं शुद्धम् अस्ति तथा च किम् अशुद्धम् अस्ति? एतत् प्रकथनस्य पुरतः अङ्कयन्तु -

(क) विद्युद्यन्त्रं यान्त्रिक-ऊर्जायाः विद्युत्-ऊर्जायां रूपान्तरणं करोति।

(ख) विद्युज्जनित्रं विद्युच्चुम्बकीयस्य प्रेरणायाः सिद्धान्ते कार्यं करोति।

(ग) किञ्चित् दीर्घं वृत्ताकारं विद्युद्धारावाहिकुण्डल्याः केन्द्रे चुम्बकीयक्षेत्रस्य समान्तरेण सरलाः क्षेत्ररेखाः भवन्ति।

(घ) हरिता विद्युद्रोधितन्त्री प्रायः विद्युन्मयतन्त्री भवति।

7. चुम्बकीयक्षेत्रम् उत्पादयितुं द्वयोः पद्धत्योः सूचीं निर्मान्तु।

8. परिनालिका चुम्बकः इव कथं व्यवहारं करोति? किं भवन्तः कस्यचित् यष्टिचुम्बकस्य साहाय्येन कस्याश्चित् विद्युद्धारावाहिपरिनालिकायाः उत्तरध्रुवं तथा च दक्षिणध्रुवं निर्धारयितुं शक्नुवन्ति?

9. कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे स्थिते विद्युधारावाहिचालके आरोपितं बलं कदा अधिकतमं भवति?

10. चिन्तयन्तु भवन्तः कस्मिंश्चित् प्रकोष्ठे स्वपृष्ठं कयाचित् एकया भित्त्या योजयित्वा उपविष्टाः सन्ति। कश्चित् विद्युदणुरश्मिः भवतां पृष्ठभित्तितः पुरोभित्तिं प्रति क्षैतिजतः गच्छन् केनचित् प्रबलेन चुम्बकीयक्षेत्रेण भवतां दक्षिणतः विक्षेपितः भवति। चुम्बकीयक्षेत्रस्य दिक् का अस्ति?

11. विद्युद्यन्त्रस्य नामाङ्कितम् आरेखं कर्षन्तु। एतस्य सिद्धान्तं तथा च कार्यविधिं स्पष्टीकुर्वन्तु। विद्युद्यन्त्रे विभक्तवलयस्य किं महत्त्वम् अस्ति?

12. एतादृशानां कासाञ्चन युक्तीनां नामानि लिखन्तु यत्र विद्युद्यन्त्राणि उपयुज्यन्ते।

13. काचित् विद्युद्रोधिताम्रतन्त्र्याः कुण्डली कयाचित् धारामाप्या संयोजिता अस्ति। किं भविष्यति यदि कश्चन यष्टिचुम्बकः -

(i) कुण्डल्यां प्रणुद्यते।

(ii) कुण्डल्याः अन्ततः बहिः कर्ष्यते।

(iii) कुण्डल्याः अन्तः स्थिरः स्थाप्यते।

14. द्वे वृत्ताकारकुण्डल्यौ A तथा च B परस्परं समीपे स्थिते स्तः। यदि A कुण्डल्याः विद्युद्धारायां किमपि परिवर्तनं कुर्मः तर्हि किं B कुण्डल्यां कापि विद्युद्धारा प्रेरिता भविष्यति? कारणानि लिखन्तु।

15. निम्नलिखितस्य दिशः निर्धारकान् नियमान् लिखन्तु-

(i) कञ्चित् विद्युद्धारावाहिनम् ऋजुचालकं परितः उत्पन्नानि चुम्बकीयक्षेत्राणि,

(ii) कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे, क्षेत्रस्य लम्बवत् स्थितं, विद्युद्धारावाहिन्याः साक्षात् चालके आरोपितबलं तथा च

(iii) कस्मिंश्चित् चुम्बकीयक्षेत्रे कस्याश्चित् कुण्डल्याः भ्रामणेन तस्यां कुण्डल्यां उत्पन्ना प्रेरिता विद्युद्धारा।

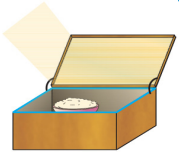
16. नामाङ्कितम् आरेखं कर्षित्वा कस्यचित् विद्युज्जनित्रस्य मूलसिद्धान्तं तथा च कार्यविधिं स्पष्टीकुर्वन्तु। एतस्मिन् कूर्चानां कार्यं किम् अस्ति?

17. कस्मिंश्चित् विद्युत्परिपथे लघुपथनं कदा भवति?

18. भूसम्पर्कतन्त्र्याः कार्यं किम् अस्ति? धातोः आवरणकेभ्यः विद्युद्यन्त्रेभ्यः भूसम्पर्कः किमर्थम् आवश्यकः?

चतुर्दशः अध्यायः

ऊर्जायाः स्रोतांसि



नवमकक्ष्यायाम् अस्माभिः एतत् शिक्षितम् आसीत् यत् कस्यचित् भौतिकस्य तथा च रासायनिकस्य प्रक्रमसमये सम्पूर्णा ऊर्जा संरक्षिता भवति। तदा पुनः वयं किमर्थम् ऊर्जायाः सङ्कटविषये एतावत् शृण्वन्तः भवामः? ऊर्जा न तु उत्पादयितुं शक्यते नैव च सा नष्टा भवति तर्हि अस्माभिः कापि चिन्ता न करणीया। वयम् ऊर्जायाः साधनानां चिन्ताम् अकृत्वा असीमितस्य क्रियाकलापस्य करणे सक्षमाः भवेम।

यदि वयं स्मरेम यत् अस्माभिः ऊर्जायाः विषये एतत् अतिरिच्य इतोऽपि किं किं शिक्षितं तर्हि एषा प्रहेलिका समाधातुं शक्यते। ऊर्जायाः विविधानि रूपाणि सन्ति तथा च ऊर्जायाः एकं रूपम् अन्यस्मिन् रूपे परिवर्तयितुं शक्यते। उदाहरणार्थम्, यदि वयं कामपि स्थालिकाम् कस्माच्चित् उच्चस्थानात् पातयेम तर्हि स्थालिकायाः स्थितिज-ऊर्जायाः अधिकांशभागः भूतलेन स्पर्शसमये ध्वनि-ऊर्जायां परिवर्तते। यदि वयं कामपि सिक्थवर्तिकां ज्वालयामः तर्हि प्रक्रमः अत्यधिकः ऊष्माक्षेपी भवति तथा च एवं प्रकारेण ज्वालनेन सिक्थः रासायनिक-ऊर्जायाम्, ऊष्मीय-ऊर्जायां तथा च प्रकाश-ऊर्जायां परिवर्तते। सिक्थवर्त्तिकायाः ज्वालनेन, एताः ऊर्जाः अतिरिच्य अन्ये के उत्पादाः प्राप्यन्ते?

कस्मिंश्चित् अपि भौतिके अथवा रासायनिके प्रक्रमे सम्पूर्णा ऊर्जा अपरिवर्तिता भवति। किन्तु यदि वयं ज्वलन्त्यां सिक्थवर्त्तिकायां पुनः विचारं कुर्याम तर्हि किं वयं येन केनचित् अपि प्रकारेण अभिक्रियायाम् उत्पन्नाम् ऊष्माणं तथा च प्रकाशम् अन्यैः उत्पादैः सह मेलयित्वा सिक्थरूपेण रासायनिकीम् ऊर्जां पुनः प्राप्तुं शक्नुमः? आगच्छन्तु, अधुना एकम् अन्यत् उदाहरणं स्वीकुर्मः। चिन्तयन्तु वयं 100 mL जलं स्वीकुर्मः, यस्य तापः 348K (75 oC) अस्ति, तथा च एतत् कस्मिंश्चित् प्रकोष्ठे स्थापयामः यस्य तापः 298 K (25 oC) अस्ति। किञ्चित् समयानन्तरं किं भविष्यति? किम् एतादृशः कश्चन उपायः अस्ति येन पर्यावरणे लुप्तां समस्ताम् ऊष्माणम् एकत्र कृत्वा यत् जलम् एकवारं शीतलं जातं तत् उष्णीकर्तुं शक्येत?

एवं प्रत्येकम् उदाहरणस्य विषये विचारणेन वयम् एतत् प्राप्स्यामः यत् प्रयोज्यरूपेण उपलब्धा ऊर्जा परिसरीये वातावरणे अपेक्षाकृतेन न्यूनप्रयोज्यरूपेण क्षीणा भवति। अतः कार्यं कर्तुं यस्याः कस्याश्चित् ऊर्जायाः स्रोतसाम् उपयोगं कुर्मः सा उपभुक्ता भवति तथा च तस्याः उपयोगं पुनः कर्तुं न शक्नुमः।

14.1 ऊर्जायाः उत्तमस्रोतांसि कानि सन्ति?

तदा किम् ऊर्जायाः उत्तमं स्रोतः मन्तव्यम्? दैनिकजीवने कार्यं कर्तुं वयम् ऊर्जायाः

विविधस्रोतसाम् उपयोगं कुर्मः। धूमशकटान् चालयितुं वयं पीडाज्वालतैलस्य उपयोगं कुर्मः। राजमार्गस्य विद्युद्दीपान् प्रकाशयितुं विद्युतः उपयोगं कुर्मः। द्विचक्रिकया विद्यालयं गन्तुं पेशीनाम् ऊर्जायाः उपयोगं कुर्मः।

क्रियाकलापः 14.1

- प्रातःकाले सुप्त्वा उत्थानात् विद्यालयस्य प्राप्तिपर्यन्तं भवन्तः यासाम् ऊर्जानाम् उपयोगं कुर्वन्ति तासु ऊर्जायाः केषाञ्चन चतुर्णां रूपाणां सूचीं निर्मान्तु।
- एतेषां विभिन्नरूपाणाम् ऊर्जां वयं कुतः प्राप्नुमः?
- किं वयम् एतानि "ऊर्जायाः स्रोतांसि" वक्तुं शक्नुमः? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?

शारीरिकाणि कार्याणि कर्तुं पेशीया ऊर्जा, विविधानि वैद्युतयन्त्राणि चालयितुं विद्युत्-ऊर्जा, भोजनं पक्तुम् अथवा वाहनानि धावयितुं रासायनिकी ऊर्जा, एताः सर्वाः ऊर्जाः कस्माच्चित् ऊर्जास्रोतसः प्राप्ताः भवन्ति। अस्माकं कृते एतस्य ज्ञानम् आवश्यकम् अस्ति यत् ऊर्जां तस्याः प्रयोज्यरूपेण प्राप्तुम् आवश्यकस्रोतसः चयनं केन प्रकारेण क्रियते।

क्रियाकलापः 14.2

- तेषु विविधविकल्पेषु विचारं कुर्वन्तु ये भोजनं पक्तुम् ईन्धनस्य चयनसमये अस्माकं समीपे भवन्ति।
- किमपि ईन्धनम् उत्तम-ईन्धनस्य श्रेण्यां स्थापयितुं प्रयासकरणसमये भवन्तः केषु मानदण्डेषु विचारं करिष्यन्ति?
- किं तदा भवताम् अभिरुचिः भिन्ना भवति यदा भवन्तः -
  (a) वने जीवननिर्वाहं कुर्वन्तः अभविष्यन्?
  (b) कस्मिंश्चित् सुदूरे पर्वतीये ग्रामे अथवा लघुद्वीपे जीवनं यापयन्तः अभविष्यन्?
  (c) नवदेहल्यां जीवनं यापयन्तः अभविष्यन्?
  (d) पञ्चभ्यः शताब्देभ्यः पूर्वं जीवननिर्वाहं कुर्वन्तः अभविष्यन्?
- उपर्युक्ता प्रत्येकं परिस्थितिः ईन्धनस्य उलब्धतायाः दृष्ट्या केन प्रकारेण भिन्ना आसीत्?

उपर्युक्तयोः द्वयोः क्रियाकलापयोः करणात् परम् अस्माभिः ज्ञातं भवति यत् कानिचित् कार्याणि कर्तुं कस्यचित् विशेष-ऊर्जास्रोतसः अथवा ईन्धनस्य चयनम् अनेकेषु अभिकारकेषु आश्रितं भवति। उदाहरणार्थम्, कस्यचित् ईन्धनस्य चयनसमये अस्माभिः आत्मानं प्रति एव एते प्रश्नाः करणीयाः -

(i) एतत् दहने कियतीम् ऊष्माणं त्यजति?
(ii) किम् एतत् अत्यधिकं धूमम् उत्पादयति?
(iii) किम् एतत् सरलतया उपलब्धम् अस्ति?

किं भवन्तः ईन्धनविषये प्रासङ्गिकान् त्रीन् प्रश्नान् चिन्तयितुं शक्नुवन्ति? यावताम् अपि वर्गाणाम् ईन्धनानि अद्य उपलब्धानि सन्ति, यदि अस्माभिः तेषां चयनं करणीयं स्यात् तर्हि तानि कानि कारकाणि सन्ति यानि किमपि विशेषकार्यं यथा भोजनं पक्तुम्

ईन्धनस्य चयनसमये, अस्माकं चयनस्य विकल्पान् सीमितान् कुर्वन्ति? किं यस्य ईन्धनस्य चयनं कृतं तत् क्रियमाणानि कार्याणि अपि आश्रयति? उदाहरणार्थम्, किं वयं शीतकाले भोजनं पक्तुम् एकम् ईन्धनं तथा च प्रकोष्ठम् उष्णीकर्तुं किमपि अपरम् ईन्धनं चेष्यामः?

एवं प्रकारेण अधुना वयम् एतत् वक्तुं शक्नुमः यत् एकस्याः उत्तम-ऊर्जायाः स्रोतः तत् अस्ति, यत्

- प्रति एकांक-आयतनम् अथवा प्रति एकांकद्रव्यमानम् अधिकं कार्यं कुर्यात्।
- सरलतया सुलभं स्यात्।
- भण्डारणे अथवा परिवहने सरलं भवेत्।
- कदाचित् सर्वस्मात् महत्त्वपूर्णम् एतत् अस्ति यत् तत् मितव्ययि स्यात्।

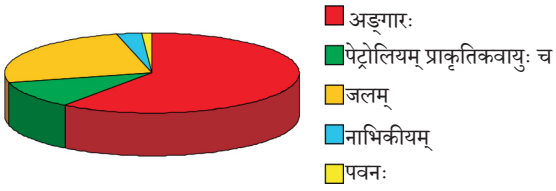
प्रश्नाः

1. ऊर्जायाः उत्तमस्रोतांसि कानि कथ्यन्ते?
2. उत्तमानि ईन्धनानि कानि कथ्यन्ते?
3. यदि भवन्तः स्वभोजनम् उष्णीकर्तुं कस्याश्चित् अपि ऊर्जास्रोतसः उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति तर्हि भवन्तः कस्य उपयोगं करिष्यन्ति तथा च किमर्थम्?

14.2 ऊर्जायाः पारम्परिकस्रोतांसि

14.2.1 जीवाश्मीय-ईन्धनानि

प्राचीनकाले ऊष्मीय-ऊर्जायाः सर्वस्मात् अधिकं सामान्यं स्रोतः काष्ठम् आसीत्। केभ्यश्चित् सीमितेभ्यः क्रियाकलापेभ्यः पवनस्य तथा च प्रवहतः जलस्य ऊर्जायाः अपि उपयोगः क्रियते स्म। किं भवन्तः एतेषु कांश्चत् उपयोगान् वक्तुं शक्नुवन्ति? ऊर्जास्रोतसः रूपेण अङ्गारस्य उपयोगेन औद्योगिकी क्रान्तिः सम्भाविता। वर्धमानाः उद्योगाः समस्ते विश्वे जीवनस्य गुणवत्तां वर्धिवन्तः सन्ति। अनेन कारणेन समस्ते विश्वे ऊर्जायाः अभियाचनायाम् अपि आश्चर्यजनकेन अनुपातेन वृद्धिः जायमाना अस्ति। ऊर्जायाः वर्धमानायाः अभियाचनायाः अधिकांशपूर्तिः जीवाश्मीय-ईन्धनेन अङ्गारेण तथा च अग्नितैलेन क्रियते स्म। अभियाचनायां वृद्ध्या सह एतानि ऊर्जास्रोतांसि उपयोक्तुं प्रौद्योगिक्याम् अपि विकासाः कृताः। किन्तु एतानि ईन्धनानि कोटिशः वर्षेषु निर्मितानि तथा च अधुना केवलम् एतेषां सीमितः एव भण्डारः अवशिष्टः अस्ति। जीवाश्मीय-ईन्धनानि ऊर्जायाः अनवीकरणीयानि स्रोतांसि सन्ति, अतः एतेषां संरक्षणस्य आवश्यकता अस्ति। यदि वयम् एतेषाम् ऊर्जास्रोतसाम् उपयोगम् एतेन एव चिन्ताजनकेन अनुपातेन कुर्वन्तः भविष्यामः तर्हि अस्माकम् एते भण्डाराः शीघ्रम् एव रिक्ताः भविष्यन्ति। एतादृश्याः स्थितेः स्थगनस्य उद्देश्येन ऊर्जायाः वैकल्पिकस्रोतसाम् अन्वेषणं कृतम् अस्ति। किन्तु अद्यापि वयं स्व-ऊर्जायाः प्रायशः आवश्यकतानां पूर्तये जीवाश्मीय-ईन्धनेषु बहुविधां निर्भरतां निर्मितवन्तः स्मः (14.1 चित्रम्)।



चित्रम् 14.1 भारते अस्माकम् ऊर्जायाः आवश्यकतार्थम् ऊर्जायाः प्रमुखस्रोतसां दर्शकः वृत्तारेखः

जीवाश्मीय-ईन्धनस्य ज्वालनस्य अन्याः हानयः अपि सन्ति। वयं नवमकक्ष्यायाम् अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य उत्पादानां ज्वालनेन जायमानस्य वायुप्रदूषणस्य विषये शिक्षितवन्तः आस्म। जीवाश्मीय-ईन्धनस्य ज्वालनेन मुच्यमानं कौकिलीयं, भूयातेः तथा च

गन्धकस्य जारेयम्, अम्लीयजारेयाणि भवन्ति। एतेभ्यः अम्लीयवर्षाः भवन्ति याः अस्माकं जलस्य तथा च मृदायाः संसाधनानि प्रभावयन्ति। वायुप्रदूषणस्य समस्याम् अतिरिच्य अङ्गाराम्लवायुसदृशस्य वातस्य हरितगृहस्य (पादपगृहस्य) प्रभावं स्मरन्तु।

अस्मिन् विचारं कुर्वन्तु

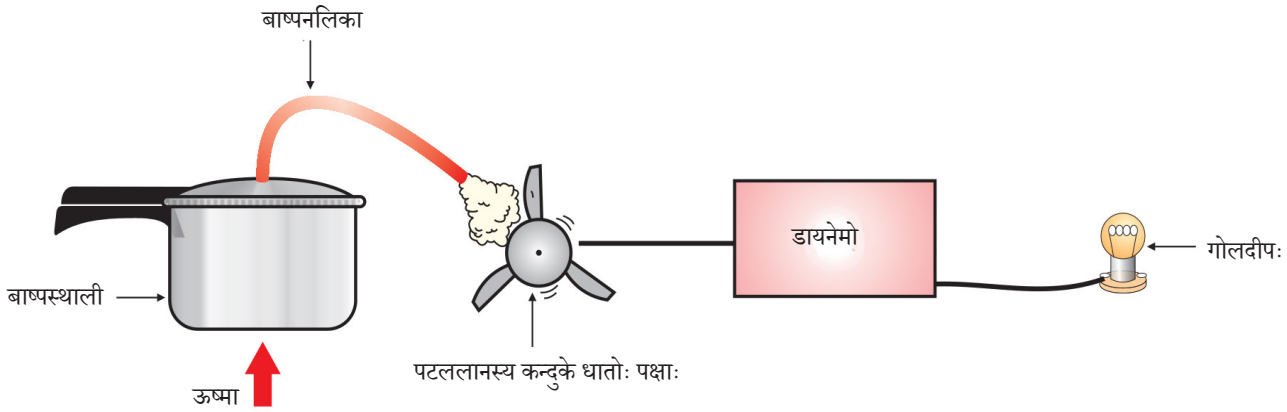
यदि अस्माभिः विद्युतः आपूर्तिः न प्राप्येत तर्हि अस्माकं जीवने किं परिवर्तनम् आगमिष्यति। कस्मिंश्चित् अपि देशे प्रत्येकं जनस्य विद्युत्-ऊर्जायाः उपलब्धता तस्य देशस्य विकासपरिमाणस्य एकः प्राचलः अस्ति।

जीवाश्मीय-ईन्धनस्य ज्वालनस्य कारणेन उत्पद्यमानं प्रदूषणं काञ्चित् मर्यादां यावत् दहनप्रक्रमस्य दक्षतायां वृद्धिं कृत्वा न्यूनीकर्तुं शक्यते। अनेन एव सह दहनस्य फलस्वरूपेण निर्गच्छतां हानिकारकवातानां तथा च भस्मनां वातावरणे पलायनस्य न्यूनकारकैः विविधैः प्रविधिभिः न्यूनीकर्तुं शक्यते। किं भवन्तः एतत् जानन्ति यत् जीवाश्मीय-ईन्धनस्य अनिलचुल्लिषु तथा च वाहनेषु प्रत्यक्षरूपेण उपयोगम् अतिरिच्य विद्युतम् उत्पादयितुम् अपि प्रमुख-ईन्धनस्य रूपेण उपयोगः भवति। आगच्छन्तु, अधुना वयम् एकं लघु संयन्त्रं निर्माय अनेन किञ्चित् विद्युतम् उत्पादयेम तथा च एतत् पश्येम यत् ऊर्जायाः एतत् सरलं तथा च उपयोगि रूपम् उत्पादयितुं किं किं करणीयं भवति।

क्रियाकलापः 14.3

- एकस्य पटललानस्य कन्दुकं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्मिन् त्रीणि रन्ध्राणि निर्मान्तु।
- धातोः आच्छादकेन अर्धवृत्ताकारं निस्त्वक्पक्षं कर्तयन्तु तथा च एतानि कन्दुकस्य रन्ध्रेषु योजयन्तु।
- धातोः एकाम् ऋजुतन्त्रीं स्वीकृत्य एतां कन्दुकस्य केन्द्रात् निर्गमयन्तु तथा च तन्त्रीं अक्षवत् प्रयुज्य कन्दुकम् अक्षे योजयन्तु। एतत् निर्धारयन्तु यत् कन्दुकम् अक्षे मुक्तरूपेण भ्रमेत्।
- अधुना अनेन सह किमपि चक्रं (cycle dynamo) योजयन्तु।
- डाइनेमो इत्यनेन सह एकं करदीपस्य गोलदीपं योजयन्तु।
- निस्त्वक्पक्षेषु जलस्य धाराम् अथवा वाष्पस्थाल्याम् उत्पन्नं वाष्पं पातयन्तु (14.2 चित्रम्)। भवन्तः किं पश्यन्ति?

विद्युतम् उत्पादयितुम् एषः अस्माकं वायुपरीवर्तः अस्ति। सरलतमानां वायुपरीवर्तानां गतिशीलः भागः भ्रमणपत्राणां (rotor blade) संयोजनम् अस्ति। गतिशीलतरलः, पक्षेषु तान् भ्रामयितुं क्रियां करोति तथा च रोटरस्य कृते ऊर्जां प्रददाति। एवं प्रकारेण वयं पश्यामः यत् मूलरूपेण अस्माभिः रोटरपक्षेभ्यः गतिः देया भवति यतः तत् यान्त्रिक-ऊर्जायाः विद्युत्-ऊर्जायां रूपान्तरणं कर्तुं डाइलेमो इत्यस्य धुरां भ्रामयेत्। विद्युत्-ऊर्जा, ऊर्जायाः तत् रूपम् अस्ति यत् अद्यतनपरिदृश्ये एका आवश्यकता जाता अस्ति। डायनेमो इत्यस्य धुरायाः भ्रामणस्य विविधाः विधयः भवितुं शक्नुवन्ति, किन्तु कः विधिः अनुसरणीयः एतत् संसाधनानाम् उपलब्धताम् आश्रयति। निम्नलिखितेषु अनुभागेषु वयम् एतत् द्रक्ष्यामः यत् वायुपरीवर्तं भ्रामयित्वा विद्युतम् उत्पादयितुम् ऊर्जायाः विविधस्रोतसां केन प्रकारेण उपयोगः कर्तुं शक्यते।



चित्रम् 14.2 तापविद्युतः उत्पादनस्य प्रक्रियां निदर्शयितुं प्रतिदर्शः

14.2.2 तापीयं विद्युत्संयन्त्रम्

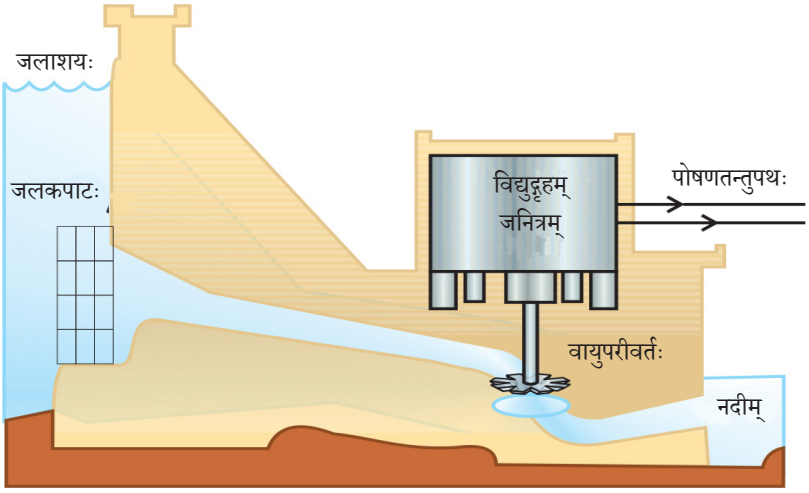
विद्युत्संयन्त्रेषु प्रतिदिनं विशालमात्रायां जीवाश्मीय-ईन्धनं दग्ध्वा जलम् उष्णीकृत्य वाष्पः निर्मीयते यः वायुपरीवर्तान् भ्रामयित्वा विद्युतम् उत्पादयति। समानदूरतां यावत् अङ्गाराणां तथा च अग्नितैलस्य परिवहनस्य तुलनायां विद्युतः सञ्चरणम् अधिकं दक्षं भवति। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् बहूनि तापीयविद्युत्संयन्त्राणि अङ्गारस्य तथा च तैलक्षेत्राणां समीपे स्थापितानि। एतानि संयन्त्राणि तापीयविद्युत्संयन्त्राणि इति कथनस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् एतेषु संयन्त्रेषु ईन्धनस्य दहनेन ऊष्मीया ऊर्जा उत्पाद्यते यस्याः विद्युत्-ऊर्जायां रूपान्तरणं भवति।

14.2.3 जलविद्युत्संयन्त्रम्

ऊर्जायाः एकम् अन्यत् पारम्परिकं स्रोतः प्रवहतः जलस्य गतिजा ऊर्जा अथवा कस्मिंश्चित् उच्चतायां स्थितस्य जलस्य स्थितिजा ऊर्जा अस्ति। जलविद्युतः संयन्त्रेषु पततः जलस्य स्थितिज-ऊर्जायाः विद्युति रूपान्तरणं क्रियते। यतोहि एतादृशानां जलप्रपातानां सङ्ख्या अतीव न्यूना अस्ति यस्य उपयोगः स्थितिज-ऊर्जायाः स्रोतसः रूपेण कर्तुं शक्येत, अतः जलविद्युतः संयन्त्राणि जलबन्धकैः सम्बद्धानि सन्ति। गतशताब्दे सम्पूर्णे विश्वे विशालसङ्ख्यायां जलबन्धकाः निर्मिताः सन्ति यथा वयं 14.1 चित्रे द्रष्टुं शक्नुमः। भारते अस्माकम् ऊर्जायाः अभियाचनायाः चतुर्थभागस्य पूर्तिः जलविद्युत्संयन्त्रद्वारा भवति । जलविद्युतम् उत्पादयितुं नदीनां प्रवाहम् अवरुध्य विशालजलाशयेषु (कृत्रिमसरोवरेषु) जलम् एकत्र कर्तुम् उन्नताः जलबन्धकाः निर्मीयन्ते। एतेषु जलाशयेषु जलं सञ्चितं भवति यस्य फलस्वरूपेण एतेषु पूर्णस्य जलस्य तलम् उच्चं भवति। जलबन्धकस्य उपरितनभागात् नलिकाद्वारा जलं, जलबन्धकस्य आधारसमीपे स्थितानां वायुपरीवर्तानां पक्षेषु मुक्तरूपेण पतति परिणामतः वायुपरीवर्तस्य पक्षाः घूर्णनगतिं कुर्वन्ति तथा च जनित्रद्वारा विद्युतः उत्पादनं भवति (14.3 चित्रं पश्यन्तु) ।

यतोहि प्रतिवारं यदा अपि वृष्टिः भवति, जलाशयः पुनः जलेन पूर्णः भवति, अतः जलविद्युतः ऊर्जा एकं नवीकरणीयम् ऊर्जास्रोतः अस्ति। अतः जीवीश्मीयम् ईन्धनम् इव, यत् यस्मिन् कस्मिंश्चित् दिने अवश्यं समाप्तं भविष्यति, जलविद्युतः स्रोतसां समाप्तेः कापि चिन्ता न भवति । किन्तु, बृहत्-बृहत् जलबन्धकानां निर्माणेन सह काश्चन समस्याः अपि

युक्ताः सन्ति। जलबन्धकाः केवलं सीमितेषु क्षेत्रेषु एव निर्मातुं शक्यन्ते तथा च एतेषां कृते पर्वतीयक्षेत्रम् उत्तमं मन्यते। जलबन्धकानां निर्माणेन बह्वी कृषियोग्या भूमिः तथा च मानवानाम् आवासः निमज्जनकारणेन, नष्टः भवति। जलबन्धकानां जले निमज्जनकारणेन विशालानि पारिस्थितिकानि तन्त्राणि नष्टानि भवन्ति। ये वृक्षाः पादपाः, वनस्पत्यादयः जले निमज्जन्ति ते अवायवीयासु परिस्थितिषु विशीर्णाः भवन्ति तथा च विघटिताः भूत्वा विशालमात्रायां मीथेनवातम् उत्पादयन्ति यः एकस्य हरितगृहस्य वातः अस्ति। जलबन्धकानां निर्माणेन विस्थापितानां जनानां सन्तोषजनकस्य पुनर्वासस्य अथवा क्षतिपूर्तेः समस्या अपि उत्पन्ना भवति। गङ्गानद्यां टिहरीजलबन्धस्य निर्माणस्य तथा च नर्मदानद्यां सरदारसरोवरजलबन्धस्य निर्माणस्य परियोजनायाः विरोधः एतादृशीनां समस्यानां कारणेन एव जातः आसीत्।

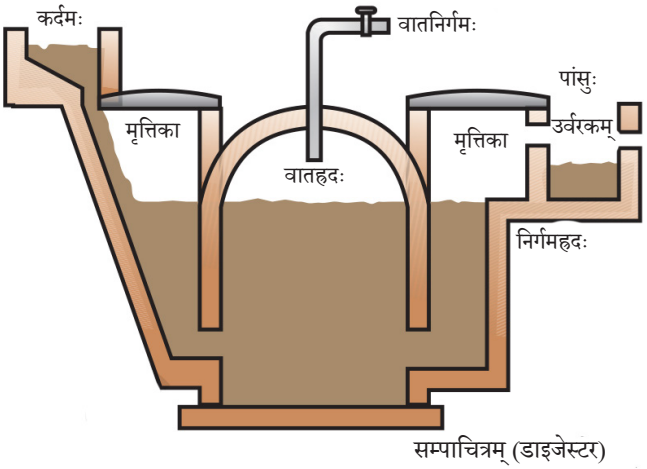


चित्रम् 14.3 जलविद्युत्संयन्त्रस्य व्यवस्थायाः दृश्यम्

14.2.4 ऊर्जायाः पारम्परिकस्रोतसः उपयोगार्थं प्रौद्योगिक्यां प्रगतिः जैवमात्रा (बायो-मास)

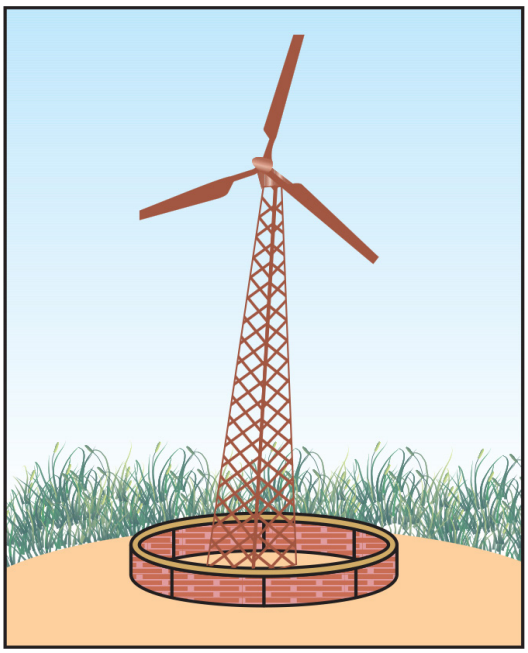
वयम् एतत् वर्णितवन्तः एव स्मः यत् प्राचीनकालात् एव काष्ठस्य ईन्धनरूपेण उपयोगः क्रियमाणः अस्ति। यदि वयम् एतत् निर्धारयेम यत् पर्याप्तमात्रया वृक्षाः आरोप्यमाणाः भविष्यन्ति तर्हि ज्वालनीयकाष्ठानां निरन्तरम् आपूर्तिः सम्भवितुं शक्नोति। ईन्धनरूपेण उपलानां दहनेन भवन्तः सम्यक्तया परिचिताः सन्ति। भारते पशुधनस्य विशालसङ्ख्या अपि अस्मान् ईन्धनस्य स्थायिस्रोतसः उपलब्धतायाः विषये आश्वाशतान् कर्तुं शक्नोति। यतोहि एतानि ईन्धनानि पादपानां तथा च जन्तूनाम् उत्पादाः सन्ति, अतः एतेषाम् ईन्धनानां स्रोतः वयं जैव-मात्रा इति कथयामः। किन्तु एतानि ईन्धनानि अधिकाम् ऊष्माणं न उत्पादयन्ति तथा च एतेषां ज्वालनेन अत्यधिकः धूमः निस्सरति अतः एव, एतेषाम् ईन्धनानां दक्षतायां वृद्ध्यर्थं प्रौद्योगिक्याः आश्रयः आवश्यकः अस्ति। यदा काष्ठं वायौ सीमित-आपूर्तौ ज्वालयामः तदा तस्मिन् उपस्थितं जलं तथा च वाष्पशीलाः पदार्थाः बहिः निर्गच्छन्ति तथा च अवशेषरूपेण अङ्गारकाः अवशिष्टाः भवन्ति। अङ्गारकाः ज्वालां विना ज्वलन्ति, अनेन न्यूनः धूमः निस्सरति तथा च अस्य ऊष्मोत्पादनस्य दक्षता अपि अधिका भवति । एवम् एव गोमयं, सस्यानां कर्तनात् परं शिष्टानि अवशिष्टानि, शाकानाम् अपशिष्टानि यथा विविधाः पादपाः तथा च वाहितमलानि यदा प्राणवायोः अनुपस्थितौ विदग्धानि भवन्ति तदा जैववातः निस्सरति। यतोहि एतस्य वातस्य निर्माणे उपयुज्यमानः प्रारम्भिकः पदार्थः मुख्यतया गोमयम् अस्ति, अतः अस्य प्रचलितं नाम (गोबर-गैस) गोमयवातः अस्ति। जैववातः एकस्मिन् संयन्त्रे उत्पाद्यते यः 14.4 चित्रे दर्शितः अस्ति ।

अस्मिन् संयन्त्रे इष्टिकाभिः निर्मिता महास्तूपः इव संरचना भवति। जैववातस्य निर्माणाय मिश्रणजलागारे गोमयस्य तथा च जलस्य एकं गाढं मिश्रणं, यः कर्दमः कथ्यते, निर्मीयते यतोहि



चित्रम् 14.4 जैववातसंयन्त्रस्य व्यवस्थायाः आरेखः

एतत् सम्पाचित्रे स्थाप्यते। सम्पाचित्रं परितः एकः कक्षः भवति यस्मिन् प्राणवायुः न भवति । अवायवीयाः सूक्ष्मजीवाः येभ्यः जीवितुं प्राणवायोः आवश्यकता न भवति, गोमयकर्दमस्य जटिलान् यौगिकान् विदग्धान् कुर्वन्ति। विदग्धप्रक्रमः यदा पूर्णतायां तथा च अस्य फलस्वरूपेण मीथेनवातः, अङ्गाराम्लवायुः, उदजनवायुः तथा च उदजनशुल्बेयम् इत्यादिसदृशानां वातानाम् उत्पादने कानिचित् दिनानि अपेक्षितानि भवति। जैववातः सम्पाचित्रस्य उपरि निर्मिते ह्रदे सञ्चीयते। जैववातं वातह्रदात् उपयोगार्थं तन्तुमार्गद्वारा बहिः निष्कासयन्ति । जैववातः उत्तमम् ईन्धनम् अस्ति यतोहि अस्मिन् 75 प्रतिशतपर्यन्तं मीथेनवातः भवति। एषः धूमम् अनुत्पाद्य एव ज्वलति। काष्ठम्, अङ्गारकाणां तथा च अङ्गाराणां विपरीतं जैववातस्य ज्वलनात् परं भस्मवत् कश्चन पदार्थः न अवशिष्यते। अस्य तापनक्षमता उच्चा भवति। जैववातस्य उपयोगः प्रकाशस्रोतसः रूपेण अपि क्रियते। जैववातस्य संयन्त्रे शिष्टः कर्दमः समये समये संयन्त्रात् बहिः निष्कास्यते। अस्मिन् कर्दमे भूयातिः तथा च भास्वरः प्रचुरमात्रायां भवति, अतः एतत् एकम् उत्तमम् उर्वरकरूपेण उपयुज्यते। एवं प्रकारेण जैवापशिष्टानाम् अथवा वाहितमलस्य उपयोगद्वारा जैववातस्य निर्माणेन अस्माकं केषाञ्चन उद्देश्यानां पूर्त्तिः भवति। अनेन वयम् ऊर्जायाः सुविधाजनकं दक्षस्रोतः प्राप्नुमः, उत्तमम् उर्वरकम् अपि प्राप्यते तथा च सह एव अपशिष्टानां पदार्थानां समाप्तेः सुरक्षितः उपायः अपि प्राप्यते। जैवमात्रा ऊर्जायाः नवीकरणीयं स्रोतः अस्ति। किं भवन्तः अपि एतत् एव चिन्तयन्ति?



चित्रम् 14.5 वातपेषणी

पवन-ऊर्जा

नवमकक्ष्यायाम् अस्माभिः दृष्टं यत् केन प्रकारेण सूर्यस्य विकिरणद्वारा भूखण्डानां तथा च जलाशयानाम् असमानायाः तप्तायाः कारणेन वायौ गतिः उत्पन्ना भवति तथा च पवनानां प्रवाहः भवति। पवनानां गतिज-ऊर्जायाः उपयोगः कार्यकरणे कर्तुं शक्यते। पवन-ऊर्जायाः उपयोगः शताब्देभ्यः वातपेषणीद्वारा यान्त्रिककार्यकरणे भवति। उदाहरणार्थम्, कयाचित् वातपेषण्या प्रचालितः जलोद्धरणसंयन्त्रे वातपेषण्याः पक्षाणां भ्रमणगतेः उपयोगः कूपात् जलम् उत्क्रष्टुं भवति। अद्यत्वे पवन-ऊर्जायाः उपयोगः विद्युतः उत्पादने अपि क्रियते। वातपेषण्याः संरचना वस्तुतः कस्यचित् एतादृशस्य विशालस्य विद्युत्पक्षस्य समाना भवति या कस्मिंश्चित् दृढे आधारे किञ्चित् उच्चतायां स्थाप्यते (14.5 चित्रम्) । वातपेषण्याः घूर्णीगतेः उपयोगः विद्युतम् उत्पादयितुं विद्युज्जनित्रस्य वायुपरीवर्तं भ्रामयितुं क्रियते। कस्याश्चित् एकलवातपेषण्याः निर्गतः (अर्थात् उत्पन्ना विद्युत्) बहुन्यूनः भवति यस्य व्यापारिकः उपयोगः न सम्भवति। अतः कस्मिंश्चित् विशाले क्षेत्रे बह्व्यः वातपेषण्यः संयोज्यन्ते तथा च एतत् क्षेत्रं पवन-ऊर्जायाः प्रक्षेत्रं कथ्यते। व्यापारिकस्तरे विद्युतं प्राप्तुं कस्यचित् ऊर्जाप्रक्षेत्रस्य सर्वाः वातपेषण्यः परस्परं युग्मिताः क्रियन्ते यस्य फलस्वरूपेण प्राप्ता सम्पूर्णा ऊर्जा सर्वाभिः

एतदपि जानन्तु

डेनमार्कं ''पवनानां देशः''इति कथयन्ति। देशस्य 25 प्रतिशतात् अपि अधिकायाः विद्युतः पूर्त्तिः वातपेषणीनां विशाल-अन्तर्जालद्वारा विद्युतम् उत्पाद्य क्रियते। जर्मनी अपि अस्मिन् क्षेत्रे अग्रणीः अस्ति यर्हि भारतस्य पवन-ऊर्जाद्वारा विद्युतः उत्पादकेषु देशेषु पञ्चमं स्थानम् अस्ति। यदि वयं पवनैः विद्युतः उत्पादनस्य स्वक्षमतायाः सम्पूर्णम् उपयोगं कुर्मः तर्हि अनुमानानाम् अनुसारं प्रायः 45,000 MW विद्युत्-शक्तिम् उत्पादयितुं शक्नुमः। तमिलनाडुराज्ये कन्याकुमार्याः समीपे भारतस्य विशालतमं पवन-ऊर्जायाः प्रक्षेत्रं स्थापितम् अस्ति। एतत् 380 MW विद्युतम् उत्पादयति।

वातपेषणीभिः उत्पन्नायाः विद्युत्-ऊर्जायाः योगस्य समानं भवति। पवन-ऊर्जा नवीकरणीयायाः ऊर्जायाः एकं पर्यावरणीयं हितैषि तथा च दक्षस्रोतः अस्ति। अनेन विद्युतम् उत्पादयितुं वारं वारं धनस्य व्ययीकरणस्य आवश्यकता न भवति। किन्तु पवन-ऊर्जायाः उपयोगस्य बह्व्यः सीमाः सन्ति। प्रथमा सीमा एषा अस्ति यत् पवन-ऊर्जायाः प्रक्षेत्राणि केवलं तेष्वेव क्षेत्रेषु स्थापयितुं शक्यन्ते यत्र वर्षस्य अधिकांशदिनेषु तीव्रपवनः चलति। वायुपरीवर्तस्य आवश्यकीं गतिं स्थापयितुं पवनस्य गतिः अपि 15 km/h तः अधिका भवेत्। अनेन सहैव संचायककोशवत् काचित् सम्पूर्णा सुविधा अपि भवेत् यस्याः उपयोगः ऊर्जायाः आवश्यकतायाः पूर्तये तस्मिन् समये कर्तुं शक्येत यदा पवनः न चलति। ऊर्जाप्रक्षेत्राणि स्थापयितुम् एकस्य विशालस्य भूखण्डस्य आवश्यकता भवति। 1 MW जनित्राय पवनप्रक्षेत्रं प्रायः 2 hectares भूमिः आवश्यकी। पवन-ऊर्जायाः प्रक्षेत्रस्य स्थापनायाः आरम्भिकः व्ययः अत्यधिकः अस्ति। एतत् अतिरिच्य दृढः आधारः तथा च पक्षाः वायुमण्डले उद्घाटितस्य कारणेन झञ्झावातं, चक्रवातम्, आतपस्य वर्षादीनां प्राकृतिकान् तरङ्गान् सहन्ते, अतः तेषां कृते उच्चस्तरस्य भरणपोषणस्य आवश्यकता भवति।

प्रश्नाः

1. जीवाश्मीयस्य ईन्धनस्य काः हानयः सन्ति?
2. वयम् ऊर्जायाः वैकल्पिकस्रोतांसि प्रति किमर्थम् अवधानं कुर्मः?
3. अस्माकं सुविधार्थं पवनस्य तथा च जलस्य ऊर्जायाः पारम्परिके उपयोगे कीदृशाः परिष्काराः कृताः सन्ति?

14.3 वैकल्पिकानि अथवा अपरम्परागतानि ऊर्जास्रोतांसि

प्रौद्योगिक्याम् उन्नत्या सह एव अस्माकम् ऊर्जायाः अभियाचनायां प्रतिदिनं वृद्धिः भवति। अस्माकं जीवनशैल्याम् अपि निरन्तरं परिवर्तनं जायमानम् अस्ति। वयं स्वकार्याणि कर्तुम् अधिकाधिकम् यन्त्राणाम् उपयोगं कुर्मः। यथा यथा औद्योगीकरणेन अस्माकं जीवनस्तरः उन्नतः जायमानः अस्ति अस्माकं मूल-आवश्यकतासु अपि निरन्तरं वृद्धिः जायमाना अस्ति।

क्रियाकलाप: 14.4

- स्वपितामहात् पितामह्याः अथवा अन्येभ्यः वयोवृद्धेभ्यः एतत् परिजानन्तु यत् ते
  (a) स्वविद्यालयं कथं गच्छन्ति स्म?
  (b) स्वबाल्यकाले दैनिक-आवश्यकतानां कृते जलं कथं प्राप्नुवन्ति स्म?
  (c) मनोरञ्जनं कथं कुर्वन्ति स्म?
- उपर्युक्तानाम् उत्तराणां तुलनाम् अस्य प्रश्नस्य उत्तरैः सह कुर्वन्तु "अधुना भवन्तः एतानि कार्याणि कथं कुर्वन्ति?"
- किम् एतेषु उत्तरेषु कापि भिन्नता अस्ति? यदि आम्, तर्हि कस्यां स्थितौ बाह्यस्रोतोभ्यः अधिका ऊर्जा उपभुक्ता अभवत्?

यथा यथा अस्माकम् ऊर्जायाः अभियाचनायां वृद्धिः भवति, तथा तथा एव अस्माकं कृते अधिक-ऊर्जास्रोतसाम् आवश्यकता भवति। वयम् उपलब्धानां तथा च ज्ञातानाम् ऊर्जास्रोतसाम् अधिकदक्षतया उपयोगार्थं प्रौद्योगिकीं विकासयामः तथा च ऊर्जायाः नूतनस्रोतांसि अन्विष्यामः। यस्याः कस्याश्चित् अपि ऊर्जायाः नूतनं स्रोतः वयम् अन्विष्यामः तस्य एव उपयोगं मस्तिष्के स्थापयित्वा विशिष्टयुक्तीः विकासयामः। अधुना वयम् ऊर्जायाः तेषु नूतनस्रोतस्सु येषां वयम् उपयोगं कर्तुम् इच्छामः तथा च तां प्रौद्योगिकीं प्रति या एतैः स्रोतोभिः सञ्चितायाः ऊर्जायाः दोहनार्थं सञ्चिन्तिता अस्ति तत्र स्वदृष्टिं स्थापयिष्यामः।

अस्मिन् विचारं कुर्वन्तु

केचन जनाः एवं कथयन्ति यत् यदि वयं स्वपूर्वजाः इव जीवनयापनं कर्तुम् आरम्भं कुर्मः तर्हि अनेन अस्माकम् ऊर्जास्रोतः तथा च अस्माकं परितन्त्राणि संरक्षितानि भविष्यन्ति। भवतां विचारेण किम् एषा धारणा उचिता अस्ति?

14.3.1 सौर-ऊर्जा

सूर्यः प्रायः 5 कोटिवर्षतः निरन्तरं वर्तमाने अनुपाते विशालमात्रायाम् ऊर्जां विकिरति तथा च अनेन अनुपातेन भविष्ये अपि प्रायः 5 कोटिवर्षपर्यन्तम् ऊर्जाम् विकिरन् भविष्यति। सूर्यस्य ऊर्जायाः केवलम् एकः लघुभागः एव पृथिव्याः वायुमण्डलस्य बाह्यस्तरान् प्राप्नोति। अस्य प्रायः अर्धभागः वायुमण्डलात् निर्गमनसमये अवशोषितः भवति तथा च शिष्टः भागः पृथिव्याः पृष्ठं प्राप्नोति।

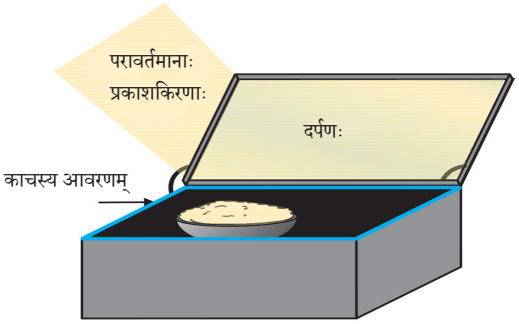
एतदपि जानन्तु

भारतदेशः कश्चन भाग्यशाली देशः अस्ति यतोहि वर्षस्य अधिकांशदिनेषु अस्माभिः सूर्यस्य ऊर्जा प्राप्ता भवति। कृतानाम् अनुमानानाम् अनुसारम् अस्माकं देशः प्रतिवर्षं 500.000.000 कोटि KWh (अर्थात् 5000) सूर्यस्य ऊर्जां प्राप्नोति। स्वच्छस्य आकाशस्य (मेघरहितस्य) स्थित्यां सत्यां पृथिव्याः कस्मिंश्चित् क्षेत्रे प्रतिदिनं प्राप्यमाणं सूर्यस्य ऊर्जायाः सामान्यं परिमाणं 4 तः 7 kWh/m2 इत्यस्य मध्ये भवति। पृथिव्याः वायुमण्डलस्य परिरेखायां सूर्यस्य किरणाः लम्बवत् स्थितम् उद्घाटितं क्षेत्रं प्रति एकाङ्के क्षेत्रफले प्रतिक्षणं गच्छन्ती सौर-ऊर्जा सौरस्थिराङ्कः कथ्यते, यर्हि एतत् क्षेत्रं सूर्यात् पृथिव्याः मध्ये सामान्यदूरतायाम् अभिमतम् अस्ति। अनुमानतः अस्य सन्निकटं मानं 1.4 kJ प्रतिक्षणं प्रतिवर्गमीटर अथवा 1.4 kW/m2 अस्ति।

क्रियाकलापः 14.5

- शङ्क्वाकारपलिघद्वयं स्वीकुर्वन्तु। एतेषु एकं कृष्णवर्णेन तथा च अपरं श्वेतवर्णेन लेपयन्तु। द्वयोः जलं पूरयन्तु।
- एतानि शङ्क्वाकारपलिघानि एकतः सार्धैकघण्टां यावत् आतपे स्थापयन्तु।
- पलिघद्वयम् अपि स्पृशन्तु। एतयोः किं तप्तम् अस्ति? भवन्तः एतयोः द्वयोः पलिघयोः जलस्य तापस्य तापमापकेन अपि मापनं कर्तुं शक्नुवन्ति।
- किं भवन्तः कमपि एतादृशम् उपायं चिन्तयितुं शक्नुवन्ति येन अस्य ज्ञानस्य उपयोगं भवन्तः स्वदैनिकजीवने कर्तुं शक्नुयुः।

सर्वसमपरिस्थितिषु परावर्तपृष्ठस्य अथवा श्वेतपृष्ठस्य अपेक्षया कृष्णपृष्ठम् अधिकाम् ऊष्माणम् अवशोषयति। सौरवाष्पस्थालीनां तथा च सौरजलतापकानां कार्यविधौ अस्य एव गुणस्य उपयोगः क्रियते (14.6 चित्रम्)। कासुचित् वाष्पस्थालीषु सूर्यस्य किरणान् प्रकाशयितुं दर्पणानाम् उपयोगः क्रियते येन एतस्य तापः इतोऽपि उच्चः भवति। सौरवाष्पस्थालीषु काचस्य शरावः भवति। स्मरन्तु हरितगृहस्य (पादपगृहस्य) प्रभावविषये अस्माभिः किं शिक्षितम् आसीत्। किम् अनेन काचस्य शरावस्य उपयोगस्य कारणं स्पष्टं भवति?



चित्रम् 14.6 सौरबाष्पस्थाली

क्रियाकलापः 14.6

- कस्याश्चित् सौरवाष्पस्थाल्याः अथवा सौरजलतापकस्य संरचनायाः तथा च कार्यप्रणाल्याः विशेषतः अनया दृष्ट्या अध्ययनं कुर्वन्तु यत् तस्मिन् ऊष्मारोधनं कथं क्रियते तथा च अधिकतमायाः ऊष्मणः अवशोषणं कथं निर्धारयन्ति।
- अल्पमूल्यस्य सुलभसामग्र्याः उपयोगं कृत्वा कस्याश्चित् सौरवाष्पस्थाल्याः अथवा सौरजलतापकस्य परिकल्पनां निर्माय तस्याः संरचनां कुर्वन्तु तथा च एतस्य परीक्षणं कुर्वन्तु यत् भवताम् एतस्मिन् निकाये अधिकतमः कियान् तापः प्राप्तुं शक्यते।
- सौरवाष्पस्थालीनाम् अथवा सौरजलतापकानाम् उपयोगस्य सीमासु तथा च विशेषतासु चर्चां कुर्वन्तु।

चित्रम् 14.7 सौरद्वारपक्षाः

एतत् सरलतया द्रष्टुं शक्यते यत् एताः युक्तयः दिवसस्य केषुचित् निश्चितेषु समयेषु एव उपयोगिन्यः भवन्ति। सौर-ऊर्जायाः उपयोगस्य अस्यां सीमायां सौरकोशानाम् उपयोगं कृत्वा पारं प्राप्तुं शक्यते। सौरकोशानां तथा च सौर-ऊर्जायाः विद्युत-ऊर्जायां रूपान्तरणं कुर्वन्ति। आतपे स्थापनेन कस्यचित् प्रारूपस्य सौरकोशेन 0.5-1.0 पर्यन्तं परीवर्तता विकसिता भवति तथा च प्रायः 0.7 विद्युत् उत्पादयितुं शक्यते। यदा बहु अधिकसङ्ख्यायां सौरकोशाः संयोज्यन्ते तदा एषा व्यवस्था सौरद्वारपक्षः कथ्यते (14.7 चित्रम्) यतः व्यावहारिक-उपयोगार्थं पर्याप्ता विद्युत् प्राप्ता भवति।

सौरकोशैः सह सम्बद्धः प्रमुखः लाभः एषः अस्ति यत् एतेषु कश्चित् अपि गतिमान् अवयवः न भवति, एतेषां भरणपोषणम् अल्पमूल्येन भवति तथा च एते कस्यचित् अपि प्रकाशनस्य युक्तिं विना बहु सन्तोषजनकं कार्यं कुर्वन्ति। सौरकोशानाम् उपयोगस्य एकः अन्यः लाभः एषः अस्ति यत् एते सुदूरेषु तथा च अगम्यस्थानेषु अपि स्थापयितुं शक्यन्ते। एते विरलेषु प्रतिवासितेषु क्षेत्रेषु अपि स्थापयितुं शक्यन्ते यत्र शक्तेः सञ्चरणाय तन्तुपथस्य विस्तारणम् अतिव्ययशीलं तथा च व्यापारिकदृष्ट्या व्यावहारिकं न भवति।

सौरकोशानां निर्माणाय सैकतीयस्य उपयोगः क्रियते यः प्रकृत्यां प्रचुरमात्रायाम् उपलब्धः अस्ति, किन्तु सौरकोशानां निर्माणे उपयुज्यमानस्य विशिष्टश्रेण्याः सैकतीयस्य उपलब्धता सीमिता अस्ति। सौरकोशानाम् उत्पादनस्य समस्ता प्रक्रिया अधुना अपि बहु महार्घा अस्ति। सौरकोशान् परस्परं संयोज्य सौरद्वारपक्षाणां निर्माणे रजतस्य उपयोगः भवति यस्य कारणेन विनियोगे इतोऽपि वृद्धिः भवति। अधिकविनियोगस्य तथा च न्यूनदक्षतायाः कारणेन अपि सौरकोशानाम् उपयोगः बहूनां वैज्ञानिकानां तथा च प्रौद्योगिक-अनुप्रयोगाणां कृते क्रियते। मानवनिर्मितेषु उपग्रहेषु तथा च अन्तरिक्षस्य अन्वेषकयुक्तिषु मङ्गलादिषु कृत्रिमेषु उपग्रहेषु (Mars orbiters) सौरकोशानाम् उपयोगः प्रमुख-ऊर्जायाः स्रोतसः रूपेण क्रियते। आकाशवाण्याः अथवा निस्तन्त्र्याः सञ्चारतन्त्रस्य अथवा सुदूराणां क्षेत्राणां टी.वी. प्रसारणकेन्द्रेषु सौरकोशानां द्वारपक्षस्य उपयोगः क्रियते। यातायातसंकेतेषु, गणकयन्त्रेषु तथा च बहुषु क्रीडनकेषु सौरकोशाः संयुक्ताः भवन्ति। सौरकोशस्य द्वारपक्षाः विशिष्टरूपेण परिकल्पितेषु आनतासु छदिषु स्थापिताः भवन्ति यतः एतेषु अधिकाधिका सूर्यस्य ऊर्जा आपतिता भवेत्। तथापि अत्यधिकमहार्घतायाः कारणेन सौरकोशानां गृहेषु उपयोगः अधुना पर्यन्तं सीमितः एव अस्ति।

14.3.2 समुद्रात् ऊर्जा

ज्वारीया ऊर्जा

घूर्णनगतिं कुर्वत्यां पृथिव्यां मुख्यरूपेण चन्द्रस्य गुरुत्वाकर्षणस्य शक्तेः कारणेन सागरेषु जलस्य स्तरः आरोहति तथा च अवरोहति। यदि भवन्तः समुद्रस्य समीपे वसन्ति अथवा कस्यचित् समुद्रस्य समीपे किमपि स्थानं गच्छन्ति तर्हि प्रयासं कुर्वन्तु यत् भवन्तः एतत् प्रेक्षणं कर्तुं शक्नुयुः यत् समुद्रे जलस्य स्तरः दिने केन प्रकारेण परिवर्तितः भवति। एषा परिघटना **समुद्रवेला** कथ्यते। समुद्रवेलायां जलस्तरस्य आरोहेण तथा च अवरोहेण अस्माभिः ज्वारीया ऊर्जा प्राप्यते। ज्वारीय-ऊर्जायाः दोहनं सागरस्य कस्मिंश्चित् सङ्कीर्णे क्षेत्रे जलबन्धस्य निर्माणं कृत्वा क्रियते। जलबन्धस्य द्वारे स्थापितः वायुपरीवर्तः ज्वारीय-ऊर्जायाः विद्युतः ऊर्जायां

रूपान्तरणं करोति। भवन्तः एतत् स्वयम् अनुमानं कर्तुं शक्नुवन्ति यत् एतादृशानां जलबन्धानां निर्माणाय योग्यानि स्थानानि सीमितानि सन्ति।

तरङ्ग-ऊर्जा

एतेन एव प्रकारेण, समुद्रतटस्य समीपे विशालतरङ्गानां गतेः ऊर्जायाः अपि विद्युतम् उत्पादयितुम् अनया एव पद्धत्या जालं कर्तुं शक्यते। महासागराणां पृष्ठे पारावारं प्रवहन् प्रबलः पवनः तरङ्गान् उत्पादयति। तरङ्ग-ऊर्जायाः तत्रैव व्यावहारिकः उपयोगः भवितुं शक्नोति यत्र तरङ्गाः अतिप्रबलाः स्युः। तरङ्ग-ऊर्जायाः जालं कर्तुं विविधाः युक्तयः विकासिताः सन्ति यतः वायुपरीवर्तं भ्रामयित्वा विद्युतम् उत्पादयितुम् एतेषाम् उपयोगः कर्तुं शक्येत।

महासागरीया तापीय-ऊर्जा

समुद्राणाम् अथवा महासागराणां पृष्ठस्य जलं सूर्यद्वारा तप्तं भवति यर्हि एतेषां गभीरे भागे स्थितं जलम् अपेक्षाकृतं शीतलं भवति। तापे अस्याः भिन्नतायाः उपयोगः सागरीयतापीय- ऊर्जायाः रूपान्तरणं विद्युत्संयन्त्रे (Ocean Thermal Energy Conversion Plant अथवा OTEC विद्युत्संयन्त्रे) ऊर्जां प्राप्तुं क्रियते। OTEC विद्युत्संयन्त्राणि केवलं तदा एव प्रचालितानि भवन्ति यदा महासागरस्य पृष्ठे जलस्य तापे तथा च 2 km पर्यन्तं गभीरे जलस्य तापे 20 oC इत्यस्य भिन्नता भवेत्। पृष्ठस्य तप्तस्य जलस्य उपयोगः अमृतक्षारादीनां वाष्पशीलानां द्रवाणां क्वथने क्रियते। एवं प्रकारेण निर्मितानां द्रवाणां वाष्पः पुनः जनित्रस्य वायुपरीवर्तं भ्रामयति। महासागरस्य गभीरस्थानात् शीतलं जलं यन्त्रैः कर्षित्वा वाष्पं शीतलीकृत्य पुनः द्रवे सङ्घनितं क्रियते। महासागराणाम् ऊर्जायाः क्षमता (ज्वारीय-ऊर्जा, तरङ्ग-ऊर्जा तथा च महासागरीया तापीया ऊर्जा) अति विशाला अस्ति किन्तु अस्य दक्षतापूर्णे व्यावहारिके दोहने कठिनताः सन्ति।

14.3.3 भूतापीया ऊर्जा

भौमिकीयपरिवर्तनानां कारणेन भूपर्पट्यां गभीरतायां तप्तेषु क्षेत्रेषु द्रविताः शिलाः उपरि प्रणुद्यन्ते याः केषुचित् क्षेत्रेषु एकत्र भवन्ति। एतानि क्षेत्राणि तप्तस्थलानि कथ्यन्ते। यदा भूमिगतं जलं एतेषां तप्तानां स्थलानां सम्पर्के आगच्छति तदा वाष्पः उत्पन्नः भवति। यदा कदा एतत् तप्तं जलं पृथिव्याः पृष्ठात् बहिः निष्कासयितुं निष्कासनमार्गः उपलभ्यते। एषः निष्कासनमार्गः उष्णम् उपनेत्रम् अथवा ऊष्णस्रोतः कथ्यते। यदा कदा एषः वाष्पः शिलानां मध्ये आपतति यत्र अस्य प्रबलता अत्यधिका भवति। तप्तानि स्थलानि यावत् नलिकाः स्थापयित्वा एषः वाष्पः बहिः निष्कास्यते। उच्चपीडने निर्गतः एषः वाष्पः विद्युज्जनित्रस्य वायुपरीवर्तं भ्रामयति येन विद्युतः उत्पादनं क्रियते। अनेन विद्युतः उत्पादनस्य व्ययः अधिकः नास्ति किन्तु एतादृशानि क्षेत्राणि अतीव न्यूनानि सन्ति यत्र व्यापारिकदृष्टिकोणेन अस्याः ऊर्जायाः दोहनं व्यावहारिकम् अस्ति। न्यूजीलैण्डे तथा च संयुक्तराज्य-अमेरिकायां भूतापीय-ऊर्जायाम् आधारितानि कानिचन विद्युत्-शक्तेः संयन्त्राणि कार्यं कुर्वन्ति।

14.3.4 नाभिकीया ऊर्जा

नाभिकीया ऊर्जा कथम् उत्पन्ना भवति? नाभिकीयविखण्डन-अभिक्रिया एका एतादृशी प्रक्रिया अस्ति यस्यां कस्यचित् भारिपरमाणोः (यथा किरणातुः, प्लूटोनियम अथवा ह्रसातुः)

नाभिकं निम्न-ऊर्जाकणिकाभिः विस्फोटकपातं कारयित्वा तुच्छेषु नाभिकेषु त्रोटयितुं शक्यते। यदा एवं क्रियते तदा विशालमात्रायाम् ऊर्जा मुक्ता भवति। एतत् तदा भवति यदा मूलनाभिकस्य द्रव्यमानं वैयक्तिक-उत्पादानां द्रव्यमानानां यौगिकात् किञ्चित् एव अधिकं भवति। उदाहरणार्थं किरणातोः एकस्य परमाणोः विखण्डने या ऊर्जा मुक्ता भवति सा अङ्गारकस्य कस्यचित् कौकिलीयपरमाणोः दहनेन उत्पन्नायाः ऊर्जायाः तुलनायाम् एककोटिगुणिता अधिका भवति। विद्युतः उत्पादनाय परिकल्पनाकारकेषु नाभिकीयसंयन्त्रेषु एतादृशानि नाभिकीयानि ईन्धनानि स्वपोषिविखण्डितशृङ्खला-अभिक्रियायाः केचन भागाः भवन्ति येषु नियन्त्रिते अनुपाते ऊर्जा मुक्ता भवति। अस्याः मुक्तायाः ऊर्जायाः उपयोगः वाष्पं निर्माय विद्युतः उत्पादने कर्तुं शक्यते।

एतदपि जानन्तु

नाभिकीयविखण्डन-अभिक्रियायां मूलनाभिकानां तथा च उत्पादनाभिकानां द्रव्यमानानां भिन्नता Δm, ऊर्जा E इत्यस्मिन् परिवर्तिता भवति। अस्याः ऊर्जायाः E अनुपातः सन् 1905 तमे वर्षे अलबर्ट आइंस्टीनद्वारा सर्वप्रथमं व्युत्पन्नविख्यातसमीकरणेन E= Δm c2; नियन्त्र्यते, अत्र c प्रकाशस्य निर्वाते गतिः अस्ति। नाभिकीये विज्ञाने ऊर्जा प्रायः विद्युदणुपरीवर्तकस्य (eV) मात्रकेषु व्यक्तीक्रियते ; 1 eV = 1.602 x 10-19 J। उपर्युक्तेन समीकरणेन एतत् सरलतया परीक्षितुं शक्यते यत् 1 (एकीकृतं) परमाणुद्रव्यमानमात्रकं (u) प्रायः 931 मेगाविद्युदणुपरीवर्तः (MeV) ऊर्जायाः तुल्यः भवति। तारापुरं (महाराष्ट्रे), राणाप्रतापसागरः (राजस्थाने), कलपक्कम (तमिलनाडौ), नरौरा (उत्तरप्रदेशे), काकरापारः (गुजराते) तथा च कैगा (कर्नाटके) स्थितानां नाभिकीयविद्युत्संयन्त्राणां प्रतिष्ठापनक्षमता अस्माकं देशस्य सम्पूर्णविद्युतः उत्पादनक्षमतायाः मात्रा 3% तः अपि न्यूना अस्ति। तथापि, बहवः औद्योगीकृताः देशाः स्वसम्पूर्णविद्युत्-शक्तेः आवश्यकतायाः 30% तः अपि अधिकस्य पूर्तिं नाभिकीयैः विद्युत्संयन्त्रैः कुर्वन्तः सन्ति।

नाभिकीयविद्युत्-शक्तिसंयन्त्राणां प्रमुखसमस्या पूर्णतः उपयोगस्य पश्चात् शिष्टस्य नाभिकीय-ईन्धनस्य भण्डारणं तथा च समापनम् अस्ति यतोहि शेष-ईन्धनस्य किरणातुः अधुना अपि घातकेषु कणेषु (विकिरणेषु) क्षीणः भवति। यदि नाभिकीयानाम् अपशिष्टानां भण्डारणं तथा च समाप्तिः सम्यक् प्रकारेण न भवति तर्हि अनेन पर्यावरणं दूषितं भवितुं शक्नोति। एतत् अतिरिच्य नाभिकीयविकिरणानाम् आकस्मिकनिस्यन्दनस्य अपघातः अपि भवितुं शक्नोति। नाभिकीयविद्युत्-शक्तिसंयन्त्राणां प्रतिष्ठापनस्य अत्यधिकः निवेशः, पर्यावरणीयस्य सन्दूषणस्य प्रबलः अपघातः तथा च किरणातोः सीमिता उपलब्धता विशालस्तरे नाभिकीय-ऊर्जायाः उपयोगं निषेधकं कुर्वन्ति।

नाभिकीयविद्युत्-शक्तिसंयन्त्राणां निर्माणात् पूर्वं नाभिकीय-ऊर्जायाः उपयोगः पूर्वं विनाशस्य कृते कृतः। कस्मिंश्चित् नाभिकीये अस्त्रे जायमाना शृङ्खला विखण्डिन-अभिक्रियायाः मूलसिद्धान्तः नियन्त्रितनाभिकीयस्य प्रतिक्रियायाः सिद्धान्तवत् अस्ति, किन्तु उभयविधयोः युक्त्योः निर्माणं परस्परं पूर्णतः भिन्नम् अस्ति।

एतदपि जानन्तु

नाभिकीयं संयोजनम्

अद्यत्वे सर्वाः अपि व्यापारिकनाभिकीयप्रतिक्रियाः नाभिकीयविखण्डने आधारिताः सन्ति। किन्तु काचित् अन्या अपेक्षाकृता सुरक्षिता प्रक्रिया या नाभिकीयं संलयनं कथ्यते, संलयनेन अपि नाभिकीय-ऊर्जायाः उत्पादनस्य सम्भावना अपि व्यक्तीक्रियते। संयोजनम् इत्यस्य अर्थः अस्ति द्वौ लघू नाभिकौ योजयित्वा एकस्य भारिनाभिकस्य निर्माणं यस्मिन् सामान्यतः उदजनवायुः अथवा उदजनवायोः समस्थानिकैः यानातिः उत्पाद्यते।

$2H+2H \rightarrow 3He\ (+n)$

अस्मिन् अपि आइंस्टीनसमीकरणस्य अनुसारं विशालस्य परिमाणस्य ऊर्जा निस्सरति। ऊर्जायाः निस्सरणस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् अभिक्रियायाम् उत्पन्नस्य उत्पादस्य द्रव्यमानम्, अभिक्रियायां भागं स्वीकुर्वतां मूलनाभिकानां वैयक्तिकद्रव्यमानानां योगात् किञ्चित् न्यूनं भवति।

एतादृश्यः नाभिकीयसंलयन-अभिक्रियाः सूर्यस्य तथा च अन्येषां ग्रहाणां विशाल-ऊर्जायाः स्रोतांसि भवन्ति। नाभिकीयसंलयन-अभिक्रियासु नाभिकानां परस्परं संलयनार्थं साहसं कर्तुम् अत्यधिका ऊर्जा आवश्यकी। नाभिकीयसंलयनप्रक्रियायाः भवनार्थम् आवश्यकाः नियमाः चरमकोटेः सन्ति- प्रयुतकोटेः प्रकेवलतापः तथा च प्रयुतकोटेः पास्कलपीडनम्।

उदजनविस्फोटः ''तापनाभिकीय-अभिक्रियायाम्'' आधारितः भवति। उदजनविस्फोटस्य क्रोडे किरणातोः अथवा प्लूटोनियम इत्यस्य विखण्डने आधारितं कमपि नाभिकीयं विस्फोटं स्थापयन्ति। एषः नाभिकीयः विस्फोटः एतादृशे पदार्थे अन्तः स्थाप्यते यत्र ड्यूटीरियम तथा च लघ्वातुः भवति। यदा एतं नाभिकीयं विस्फोटं (यत् विखण्डने आधारितम् अस्ति) अधिविस्फोटितं कुर्वन्ति तदा अस्य पदार्थस्य तापः केषुचिते एव क्षणेषु 107 K पर्यन्तं वर्धते। एषः अति उच्चः तापः लघुनाभिकैः संलीनैः भवितुं पर्याप्ताम् ऊर्जाम् उत्पादयति यस्य फलस्वरूपेण अतिविशालस्य परिमाणस्य ऊर्जा मुक्ता भवति।

क्रियाकलापः 14.7

- कक्ष्यायाम् अस्मिन् प्रश्ने चर्चां कुर्वन्तु यत् महासागरीया तापीया ऊर्जा, पवनानां तथा च जैवमात्राणाम् ऊर्जायाः अन्तिमं स्रोतः किम् अस्ति?
- किम् अस्मिन् सन्दर्भे भूतापीया ऊर्जा तथा च नाभिकीया ऊर्जा भिन्ना अस्ति? किमर्थम्?
- भवन्तः जलस्य विद्युतः ऊर्जां तथा च तरङ्गस्य ऊर्जां कस्यां श्रेण्यां स्थापयिष्यन्ति?

प्रश्नाः

1. सौरवाष्पस्थाल्याः कृते कः दर्पणः - अवतलः, उत्तलः अथवा समतलः - सर्वाधिकः उपयुक्तः भवति? किमर्थम्?
2. महासागरात् प्राप्तुं शक्यानाम् ऊर्जानां काः सीमाः सन्ति?
3. भूतापीया ऊर्जा का भवति?
4. नाभिकीयायाः ऊर्जायाः किं महत्त्वम् अस्ति?

14.4 पर्यावरणीयः सम्बन्धः

गते अनुभागे वयम् ऊर्जायाः विविधानां स्रोतसां विषये अध्ययनं कृतवन्तः आस्म। एतेषु कस्याश्चित् अपि ऊर्जायाः दोहनं पर्यावरणे येन केनचित् अपि रूपेण विक्षोभम् उत्पादयति। कस्याञ्चित् अपि परिस्थितौ यदा वयं कस्यचित् ऊर्जास्रोतसः चयनं कुर्मः तदा तत् निम्नलिखितेषु कारकेषु आश्रितं भवति —

- तस्मात् ऊर्जास्रोतसः ऊर्जायाः प्रापणे सरलता,
- तस्मात् ऊर्जास्रोतसः ऊर्जायाः प्रापणे मितव्ययता,
- तस्मात् ऊर्जास्रोतसः ऊर्जायाः प्रापणस्य उपलब्धप्रौद्योगिक्याः दक्षता, तथा च
- तस्य ऊर्जास्रोतसः उपयोगेन पर्यावरणस्य जायमाना क्षतिः।

यद्यपि वयं CNG (सम्पीडितप्राकृतिकवातः) सदृशस्य 'स्वच्छस्य" ईन्धनस्य विषये चर्चां कुर्मः, किन्तु एतत् कथनम् अधिकं शुद्धं भवति यत् किं स्रोतः कस्य स्रोतसः अपेक्षया अधिकं स्वच्छम् अस्ति। वयम् एतत् पूर्वम् एव दृष्टवन्तः यत् जीवाश्मीय-ईन्धनस्य ज्वालनेन वायुः प्रदूषितः भवति। केषुचेत् प्रकरणेषु यथा सौरकोशसदृशीनां कासाञ्चन युक्तीनां वास्तविकं प्रचालनं प्रदूषणात् मुक्तं भवितुं शक्नोति। किन्तु एतत् भवितुं शक्नोति यत् तस्याः युक्तेः संयोजने पर्यावरणीया क्षतिः जाता स्यात्। अस्मिन् क्षेत्रे निरन्तरम् अनुसन्धानानि भवन्ति तथा च एतादृशीनां युक्तीनां निर्माणाय प्रयासं कुर्वन्ति याः अधिकसमयं यावत् कार्यं कर्तुं शक्नुयुः तथा च स्वस्य समस्ते कार्यकाले न्यूनातिन्यूनां क्षतिं कुर्युः।

क्रियाकलापः 14.8

- विविधानाम् ऊर्जास्रोतसां विषये ज्ञानम् एकत्र कुर्वन्तु तथा च परिजानन्तु यत् तेषु प्रत्येकं पर्यावरणं केन प्रकारेण प्रभावितं करोति?
- प्रत्येकम् ऊर्जास्रोतसः लाभेषु तथा च हानिषु वादविवादं कुर्वन्तु तथा च अनेन आधारेण ऊर्जायाः सर्वोत्तमं स्रोतः चिन्वन्तु।

प्रश्नाः

1. किं किञ्चित् ऊर्जास्रोतः प्रदूषणमुक्तं भवितुं शक्नोति? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?
2. रॉकेट ईन्धनस्य रूपेण उदजनस्य उपयोगः क्रियते? किं भवन्तः एतं CNG (प्राकृतिकवातस्य) तुलनायाम् अधिकं स्वच्छम् ईन्धनं मन्यन्ते? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?

14.5 किञ्चित् ऊर्जास्रोतः अस्माकं कृते कदा पर्यन्तं भवितुं शक्नोति

वयं पूर्वम् एतत् दृष्टवन्तः स्मः यत् वयम् अधिकं समयं यावत् जीवाश्मीयेषु ईन्धनेषु आश्रिताः भवितुं न शक्नुमः। एतादृशानि स्रोतांसि यानि यस्मिन् कस्मिंश्चित् दिने समाप्तानि भविष्यन्ति, तानि ऊर्जायाः समाप्यस्रोतांसि अथवा अनवीकरणीयस्रोतांसि कथ्यन्ते। अस्य विपरीतम्, यदि वयं काष्ठानां ज्वालने उपयुज्यमानान् वृक्षान् प्रतिष्ठाप्य जैवमात्रायाः प्रबन्धनम् उचितप्रकारेण कुर्याम, तर्हि वयं केनचित् निश्चितेन अनुपातेन ऊर्जायाः नियताम् आपूर्तिं निर्धारयितुं शक्नुमः। एतादृशानि ऊर्जास्रोतांसि येषां पुर्जननं भवितुं शक्नोति, तानि ऊर्जायाः नवीकरणीयस्रोतांसि कथ्यन्ते।

अस्माकं प्राकृतिके पर्यावरणे नवीकरणीया ऊर्जा उपलब्धा अस्ति। एषा ऊर्जा, ऊर्जायाः सन्ततम् अथवा आवर्तिधाराणां रूपेण, अथवा भूमिगतभण्डारेषु एतावत्यां विशालमात्रायां सञ्चितम् अस्ति यत् एतेषां भण्डाराणां रिक्तीभवनस्य अनुपातः व्यावहारिकदृष्ट्या नगण्यः अस्ति।

क्रियाकलापः 14.9

- कक्ष्यायाम् एतासु समस्यासु वादविवादं कुर्वन्तु-
- एतत् कथ्यते यत् अनुमानतः अङ्गाराणां भण्डाराः आगामिद्विशतवर्षाणां कृते पर्याप्ताः सन्ति। किम् अस्मिन् प्रकरणे अस्माभिः चिन्ताकरणस्य आवश्यकता अस्ति यत् अस्माकम् अङ्गाराणां भण्डाराः रिक्ताः भवन्ति? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?
- एवम् अनुमानं कृतम् अस्ति यत् सूर्यः आगामि 5 कोटिवर्षपर्यन्तं जीवितः भविष्यति। किम् अस्माभिः एतत् चिन्तनीयं यत् सौर-ऊर्जा समाप्ता भवति? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?
- वादविवादस्य आधारेण एतं निर्णयं कुर्वन्तु यत् किम् ऊर्जास्रोतः (क) समाप्यः (ख) अक्षयः (ग) नवीकरणीयः तथा च (घ) अनवीकरणीयः अस्ति। प्रत्येकं निर्णयस्य कृते स्वस्य तर्कं यच्छन्तु।

प्रश्नाः

1. एतादृशयोः द्वयोः ऊर्जास्रोतसोः नामानि लिखन्तु यानि भवन्तः नवीकरणीयानि मन्यन्ते। स्वस्य चयनस्य कृते तर्कं यच्छन्तु।
2. एतादृशयोः द्वयोः ऊर्जास्रोतसोः नामानि लिखन्तु यानि भवन्तः समाप्यानि मन्यन्ते। स्वस्य चयनस्य कृते तर्कं यच्छन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- अस्माकं जीवनशैल्याः स्तरे वृद्ध्या सह अस्माकम् ऊर्जायाः आवश्यकतासु वृद्धिः भवति।
- अस्माकम् ऊर्जायाः आवश्यकतानां पूर्त्यर्थम् अस्माभिः ऊर्जायाः उपयोगस्य दक्षतायां परिष्कारस्य प्रयासः करणीयः। सह एव अस्माभिः ऊर्जायाः नवीनस्रोतसां परीक्षणं तथा च तेषां दोहनम् अपि करणीयम्।
- अस्माभिः ऊर्जायाः नवीनानि स्रोतांसि प्रति अवधानस्य आवश्यकता अस्ति यतोहि, अस्माकं पारम्परिकम् ऊर्जास्रोतः यथा जीवाश्मीयम् ईन्धनं सङ्कटग्रस्तम् अस्ति तथा च शीघ्रम् एव समाप्तं भविष्यन्ति।
- अस्माकम् ऊर्जास्रोतसः चयनम् उपलब्धतायां सरलता, ऊर्जायाः निष्कर्षणस्य व्ययः, ऊर्जास्रोतसः उपयोगस्य उपलब्धता प्रौद्योगिक्याः दक्षता, ऊर्जास्रोतसः उपयोगस्य पर्यावरणे प्रभावसदृशेषु कारकेषु आश्रितं भवति।
- अस्माकम् अधिकानि ऊर्जास्रोतांसि अन्ततः सूर्यात् प्राप्त-ऊर्जया व्युत्पन्नानि भवन्ति।

अभ्यासः

1. उष्णं जलं प्राप्तुं वयं सौरजलतापकस्य उपयोगं कस्मिन् दिने कर्तुं न शक्नुमः-
   (क) आतपदिनेषु (ग) मेघयुक्तेषु दिनेषु
   (ग) उष्णदिवसेषु (घ) वाययुक्तेषु दिनेषु
2. निम्नलिखितेषु का जैवमात्रा ऊर्जास्रोतसः उदाहरणं नास्ति-
   (क) काष्ठानि (ख) गोमयवातः
   (ग) नाभिकीया ऊर्जा (घ) अङ्गारः
3. यावन्ति ऊर्जास्रोतांसि वयम् उपयोगे आनयामः तेषु अधिकांशाः सौर-ऊर्जां निरूपयन्ति। निम्नलिखितेषु किम् ऊर्जास्रोतः अन्ततः सौर-ऊर्जातः व्युत्पन्नं नास्ति-
   (क) भूतापीया ऊर्जा (ख) पवनस्य ऊर्जा
   (ग) नाभिकीया ऊर्जा (घ) जैवमात्रा
4. ऊर्जास्रोतसः रूपेण जीवाश्मीयानाम् ईन्धनानां तथा च सूर्यस्य तुलनां कुर्वन्तु अपि च तेषु भिन्नतां लिखन्तु।
5. जैवमात्रायाः तथा च ऊर्जास्रोतसः रूपेण जलविद्युतः तुलनां कुर्वन्तु तथा च तेषु भिन्नताः लिखन्तु।
6. निम्नलिखितेषु ऊर्जायाः निष्कर्षणस्य सीमाः लिखन्तु-
   (क) पवनाः (ख) तरङ्गाः (ग) समुद्रवेला
7. ऊर्जास्रोतसां वर्गीकरणं निम्नलिखितेषु वर्गेषु केन आधारेण करिष्यन्ति-
   (a) नवीकरणीयानि तथा च अनवीकरणीयानि
   (b) समाप्यः तथा च अक्षयः
   किं (क) तथा च (ख) इत्यस्य विकल्पाः समानाः सन्ति?
8. ऊर्जायाः आदर्शस्रोतस्सु के गुणाः भवन्ति?
9. सौरवाष्पस्थाल्याः उपयोगस्य के लाभाः तथा च काः हानयः सन्ति? किम् एतादृशानि अपि क्षेत्राणि सन्ति यत्र सौरवाष्पस्थालीनां सीमिता उपयोगिता अस्ति?
10. ऊर्जायाः वर्धमानायाः अभियाचनायाः पर्यावरणीयः परिणामः कः अस्ति? ऊर्जायाः उपयोगं न्यूनीकर्तुम् उपायान् लिखन्तु।

पञ्चदशः अध्यायः

अस्माकं पर्यावरणम्

वयं पर्यावरणशब्देन परिचिताः स्मः। अस्य शब्दस्य प्रयोगः दूरदर्शने, समाचारपत्रेषु तथा च अस्मान् परितः ये जनाः सन्ति तैः प्रायः क्रियते। अस्माकं वृद्धाः अस्मान् कथयन्ति यत् अधुना तादृशं पर्यावरणं/वातावरणं नास्ति यथा पूर्वम् आसीत्, अन्ये कथयन्ति अस्माभिः स्वस्थे पर्यावरणे कार्यं करणीयम्। पर्यावरणीयसमस्यासु चर्चार्थं विकसितानां तथा च विकासशीलानां देशानां वैश्विकसम्मेलनानि अपि नियमितरूपेण जायमानानि सन्ति। अस्मिन् अध्याये वयं चर्चां करिष्यामः यत् विभिन्नाः कारकाः पर्यावरणे केन प्रकारेण अन्योन्यक्रियां कुर्वन्ति तथा च वयं पर्यावरणे कान् प्रभावान् उत्पादयामः। नवमकक्ष्यायां वयं ज्ञातवन्तः यत् विभिन्नपदार्थानां चक्रणं पर्यावरणे पृथक् पृथक् जैवभौगोलिकेषु रासायनिकेषु चक्रेषु भवति। एतेषु चक्रेषु अनिवार्याः पोषकाः यथा - भूयातिः, कौकिलीयम्, प्राणवायुः तथा च जलम् एकस्मात् रूपात् अपरस्मिन् रूपे परिवर्तन्ते। यदा वयं ज्ञास्यामः यत् मनुष्यस्य गतिविधयः एतानि चक्राणि केन प्रकारेण प्रभावयन्ति।

15.1 किं भवति यदा स्वकीयान् अपशिष्टान् पर्यावरणे पातयामः?

स्वस्य दैनिकेषु गतिविधिषु वयं बहून् एतादृशान् पदार्थान् उत्पादयामः ये क्षेपणीयाः भवन्ति। एतेषु अपशिष्टाः पदार्थाः के सन्ति? यदा वयं तान् क्षिपामः तदा तेषां किं भवति? आगच्छन्तु, एतेषां प्रश्नानाम् उत्तरं ज्ञातुं निम्नक्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 15.1

- स्वगृहात् अवकरम् एकत्र कुर्वन्तु। अस्मिन् सम्पूर्णे दिने उत्पन्नः अवकरः, यथा पाकशालायाः अवकरः (सन्दूषितं भोजनं, शाकानां वल्कलानि, उपयुक्तं चायचूर्णं, दुग्धस्य रिक्तः स्यूतः तथा च रिक्तानि सम्पुटानि), निरर्थकानि कर्गदानि, औषधस्य रिक्ता कूपी/strips बुद्बुदबन्धः , पुरतनानि जीर्णानि वस्त्राणि तथा च त्रुटितं पादत्राणम् इत्यादीनि भवितुं शक्नुवन्ति।
- एतं विद्यालयस्य वाटिकायाम् एकस्मिन् गर्ते स्थापयन्तु, यदि एतादृशं स्थानम् उपलब्धं नास्ति तर्हि एतम् अवकरं कस्मिंश्चित् पुरातने उदञ्चने अथवा पुष्पाधान्याम् एकत्र कृत्वा तं 15 cm स्थूलेन मृत्स्तरेण आच्छादयन्तु।
- एतम् आर्द्रं स्थापयन्तु तथा च 15 दिनानाम् अन्तराले एतस्य अवलोकनं कुर्वन्तः भवन्तु।
- ते के पदार्थाः सन्ति ये बहुकालात् परम् अपि अपरिवर्तिताः भवन्ति?
- ते के पदार्थाः सन्ति येषां स्वरूपे तथा च संरचनायां परिवर्तनम् आगच्छति?
- येषां पदार्थानां स्वरूपे समयेन सह परिवर्तनम् आगतम्, तेषु के पदार्थाः अतिशीघ्रं परिवर्तिताः अभवन्?

अस्माभिः जैवप्रक्रमस्य अध्याये पठितं यत् अस्माभिः भुक्तस्य अन्नस्य पाचनं विभिन्नैः किण्वकैः क्रियते। किं भवन्तः कदापि चिन्तितवन्तः यत् एकम् एव किण्वकं भोजनस्य सर्वेषां पदार्थानां पाचनं किमर्थं न करोति? किण्वकं स्वक्रियायां विशिष्टं भवति। कस्यचित् विशेषप्रकारकस्य पदार्थस्य पाचनाय/अपघटनाय विशिष्टस्य किण्वकस्य आवश्यकता भवति। अतः अङ्गारस्य आकरस्य भोजनेन वयम् ऊर्जां प्राप्तुं न शक्नुमः। अनेन एव कारणेन, बहवः मानवैः निर्मिताः पदार्थाः यथा सुनम्यस्य अपघटनं जीवाणुभिः अथवा अपरैः मृतजीविभिः भवितुं न शक्नोति। एतेषु पदार्थेषु भौतिकः प्रक्रमः यथा ऊष्मणः तथा च प्रबलतायाः प्रभावः भवति, किन्तु सामान्य-अवस्थायां दीर्घकालं यावत् पर्यावरणे स्थिराः भवन्ति।

ते पदार्थाः ये जैविकप्रक्रमद्वारा अपघटिताः भवन्ति, "जैवनिम्नीकरणीयाः' कथ्यन्ते। भवद्भिः नुत्तेषु पदार्थेषु कति "जैवनिम्नीकरणीयाः" आसन्? ते पदार्थाः ये अस्मिन् प्रक्रमे अपघटिताः न भवन्ति ते "अजैवनिम्नीकरणीयाः" कथ्यन्ते। एते पदार्थाः सामान्यतः 'अक्रियाः (Inert)' सन्ति तथा च दीर्घसमयं यावत् पर्यावरणे तिष्ठन्ति अथवा पर्यावरणस्य अन्येभ्यः सदस्येभ्यः हानिं प्रापयन्ति।

क्रियाकलापः 15.2

- पुस्तकालेन अथवा अन्तर्जालेन "जैवनिम्नीकरणीयानाम्" तथा च 'अजैवनिम्नीकरणीयानां' पदार्थानां विषये अधिकं ज्ञानं प्राप्नुवन्तु।
- अजैवनिम्नीकरणीयाः पदार्थाः कियत् समयपर्यन्तं पर्यावरणे अस्मिन् एव रूपे स्थातुं शक्नुवन्ति?
- अद्यत्वे 'जैवनिम्नीकरणीयं सुनम्यम्' उपलब्धम् अस्ति। एतेषां पदार्थानां विषये इतोऽपि अधिकं ज्ञानं प्राप्नुवन्तु तथा च परिजानन्तु यत् तस्मात् पर्यावरणस्य हानिः भवितुं शक्नोति अथवा न।

प्रश्नाः

1. किं कारणम् अस्ति यत् केचन पदार्थाः जैवनिम्नीकरणीयाः भवन्ति तथा च केचन अजैवनिम्नीकरणीयाः?
2. एतादृशं विधिद्वयं सूचयन्तु यत्र जैवनिम्नीकरणीयाः पदार्थाः पर्यावरणं प्रभावितं कुर्वन्ति।
3. एतादृशं विधिद्वयं वदन्तु यत्र अजैवनिम्नीकरणीयाः पदार्थाः पर्यावरणं प्रभावितं कुर्वन्ति।

15.2 पारितन्त्रम् - अस्य सङ्घटकाः के भवन्ति?

सर्वे जीवाः यथा पादपेषु, जन्तुषु, सूक्ष्मजीवेषु एवं च मानवेषु तथा च भौतिकेषु कारकेषु परस्परम् अन्योन्यक्रिया भवति तथा च प्रकृतौ सन्तुलनं स्थापयन्ति। कस्यचित् क्षेत्रस्य सर्वे जीवाः तथा च वातावरणस्य अजैवकारकाः संयुक्तरूपेण पारितन्त्रं निर्मान्ति। अतः एकस्मिन् पारितन्त्रे सर्वेषां जीवानां जैवघटकाः तथा च अजैवघटकाः भवन्ति। भौतिकाः कारकाः यथा- तापः, वर्षाः, वायुः, मृदा तथा च खनिजादयः अजैवघटकाः सन्ति ।

उदाहरणार्थम्, यदि भवन्तः उद्यानं गच्छेयुः तर्हि भवद्भिः तत्र विभिन्नाः पादपाः यथा- तृणं, वृक्षाः, पाटलानि, मल्लिकापुष्पं, सूर्यमुखी इत्यादीनि सज्जतायाः पादपाः तथा च मण्डूकाः कीटाः पक्षिणः जन्तवः च द्रक्ष्यन्ते। एते सर्वे सजीवाः परस्परम् अन्योन्यक्रियां कुर्वन्ति तथा च एतेषां दृष्टिः जननस्य तथा च अन्यस्य क्रियाकलापपारितन्त्रस्य अजैवघटकद्वारा प्रभाविता भवति। अतः किञ्चन उद्यानम् एकं पारितन्त्रम् अस्ति। वनानि, तडागाः तथा च सरोवराः पारितन्त्रस्य अन्ये प्रकाराः सन्ति। एतानि प्राकृतिकानि पारितन्त्राणि सन्ति, यर्हि उद्यानं तथा च क्षेत्रं मानवनिर्मितं (कृत्रिमं) पारितन्त्रम् अस्ति।

क्रियाकलापः 15.3

- सम्भवतः भवन्तः एकं मत्स्यागारं दृष्टवन्तः स्युः। आगच्छन्तु, एतं निर्मातुं प्रयासं कुर्मः।
- मत्स्यागारस्य निर्माणसमये अस्माभिः के विषयाः अवधेयाः भविष्यति? मत्स्यानां कृते तरणार्थं पर्याप्तं स्थानं (एकं बृहत् अलिञ्जरं स्वीकर्तुं शक्नुवन्ति) जलं, प्राणवायुः तथा च भोजनम्।
- वयम् एकेन वातित्रेण प्राणवायोः वातित्रं कर्तुं शक्नुमः तथा च मत्स्यानां भोजनं विपणिषु उपलब्धः भवति।
- यदि वयम् अस्मिन् कांश्चित् पादपान् वपामः तर्हि एतत् एकं स्वनिर्वाहतन्त्रं भविष्यति। किं भवन्तः चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत् एतत् कथं भवति? एकः मत्स्यागारः मानवेन निर्मितस्य पारितन्त्रस्य उदाहरणम् अस्ति।
- किं वयं मत्स्यागारस्य निर्माणात् परम् एतम् एवम् एव त्यक्तुं शक्नुमः? यदा कदा अस्य स्वच्छतायाः का आवश्यकता अस्ति? किम् अस्माभिः एवम् एव तडागानां तथा च सरोवराणां स्वच्छता अपि करणीया? किमर्थं तथा च किमर्थं न?

वयं गतकक्ष्यायां पठिवन्तः यत् जीवननिर्वाहस्य आधारः जीवानाम् उत्पादके, उपभोक्तरि तथा च अपघटकवर्गेषु विभक्तः अस्ति। आगच्छन्तु, स्मर्तुं प्रयत्नं कुर्मः यत् वयं स्वनिर्वाहस्य पारितन्त्रं स्वयमेव निर्मितवन्तः आस्म। के जीवाः सूर्यप्रकाशस्य तथा च पर्णशादस्य उपस्थितौ अजैविकपदार्थैः जैविकपदार्थानां यथा, शर्करायाः तथा च मण्डस्य निर्माणं कर्तुं शक्नुवन्ति? सर्वे हरिताः पादपाः तथा च नीलहरिताः शैवालाः येषु प्रकाशसंश्लेषणस्य क्षमता भवति, अस्मिन् एव वर्गे आगच्छन्ति तथा च उत्पादकाः कथ्यन्ते।

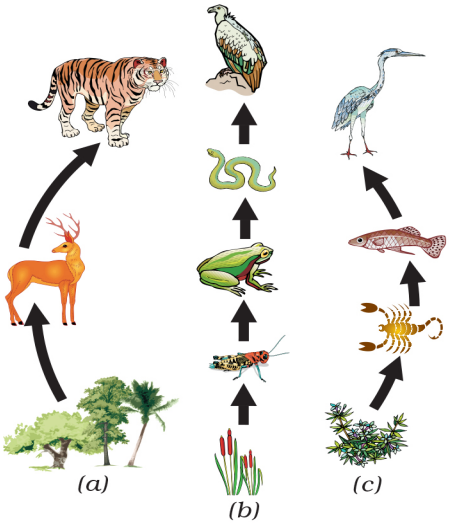
सर्वे अपि जीवाः प्रत्यक्षरूपेण अथवा परोक्षरूपेण स्वस्य निर्वाहार्थम् उत्पादकेषु आश्रिताः भवन्ति? एते जीवाः उत्पादकद्वारा उत्पादिते भोजने प्रत्यक्षरूपेण अथवा परोक्षरूपेण आश्रिताः भवन्ति, उपभोक्तारः कथ्यन्ते। उपभोक्ता मुख्यरूपेण शाकाहारिषु, मांसाहारिषु, सर्वाहारिषु तथा च परजीविषु विभक्तः अस्ति। किम् एतेषु प्रत्येकं वर्गस्य उदाहरणानि वक्तुं शक्नुवन्ति?

एतादृश्याः स्थितेः कल्पनां कुर्वन्तु यदा भवन्तः मत्स्यागारस्य स्वच्छीकरणं त्यजन्ति तथा च केचन मत्स्याः पादपाः च अस्मिन् मृताः अपि सन्ति। किं भवन्तः कदापि चिन्तितवन्तः यत् किं भवति यदा एकः जीवः म्रियते? जीवाणवः तथा च कवकसदृशाः सूक्ष्मजीवाः मृतजीव- अवशेषाणाम् अपमार्जनं कुर्वन्ति। एते सूक्ष्मजीवाः अपमार्जकाः सन्ति यतोहि एते जटिलान् अजैविकपदार्थान् सरलेषु अजैविकपदार्थेषु परिवर्तयन्ति ये मृत्तिकायां गच्छन्ति तथा च पादपैः पुनः उपयोगे आनीयन्ते। एतेषाम् स्थितौ मृतेषु जन्तुषु तथा च पादपेषु कः प्रभावः भविष्यति? किम् अपमार्जकानाम् अनुपस्थितौ अपि मृदायाः प्राकृतिकी पुनःपूर्तिः जायमाना भवति?

क्रियाकलापः 15.4

- मत्स्यागारस्य निर्माणसमये किं भवन्तः एतस्मिन् विषये अवधानं कृतवन्तः यत् एतादृशाः जलीयजीवाः सार्धं न स्थापनीयाः ये अन्यान् खादेयुः। अन्यथा किम् अभविष्यत्?
- समूहं निर्मान्तु तथा च चर्चां कुर्वन्तु यत् उपर्युक्तेषु समूहेषु जीवाः परस्परं केन प्रकारेण आश्रिताः भवन्ति।
- जलीयजीवानां नामानि तस्मिन् एव क्रमे लिखन्तु यस्मिन् एकः जीवः अपरं जीवं खादति तथा च एकाम् एतादृशीं शृङ्खलां स्थापयन्तु यत्र न्यूनातिन्यूनं त्रयः चरणाः भवेयुः।

- किं भवन्तः कञ्चित् एकं समूहं सर्वस्मात् अधिकं महत्त्वपूर्णं मन्यन्ते? किमर्थम् अथवा किमर्थं न?



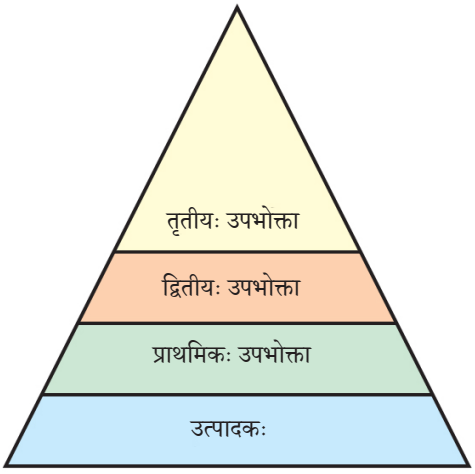
चित्रम् 15.1
प्रकृतौ आहारशृङ्खला (a) वने (b) घासस्य प्राङ्गणेषु (c) तडागेषु

15.2.1 आहारशृङ्खला तथा च जालम्

15.4 क्रियाकलापे वयं जीवानाम् एकां शृङ्खलां निर्मितवन्तः आस्म ये परस्परम् आहारं कुर्वन्ति। विभिन्नेषु जैविकस्तरेषु भागं स्वीकुर्वतां जीवानाम् एषा शृङ्खला आहारस्य शृङ्खलायाः निर्माणं करोति (15.1 चित्रम्)।

आहारस्य शृङ्खलायाः प्रत्येकं चरणम् अथवा शृङ्खला एकं पौष्टिकं स्तरं निर्माति। स्वपोषिणः अथवा उत्पादकाः प्रथमपौष्टिकाः स्तराः सन्ति तथा च सौर-ऊर्जायाः स्थिरीकरणं कृत्वा तम् विषमपोषिणां कृते अथवा उपभोक्तॄणां कृते उपलब्धं कारयन्ति। शाकाहारी अथवा प्राथमिकः उपभोक्ता द्वितीयपौष्टिकस्तरस्य, लघु मांसाहारी अथवा द्वितीयः उपभोक्ता तृतीयपौष्टिकस्तरस्य, तथा च ज्येष्ठमांसाहारी अथवा तृतीयः उपभोक्ता चतुर्थपौष्टिकस्तरस्य निर्माणं कुर्वन्ति (15.2 चित्रम्)।

वयं जानीमः यत् यत् भोजनं वयं खादामः तत् अस्माकं कृते ऊर्जास्रोतसः कार्यं करोति तथा च विभिन्नानां कार्याणां कृते ऊर्जां प्रयच्छति। अतः पर्यावरणस्य विभिन्नघटकानां परस्परम् अन्योन्यक्रियायां निकायस्य एकस्मात् घटकात् अपरस्मिन् घटके ऊर्जायाः प्रवाहः भवति। यथा वयं पठितवन्तः, स्वपोषिणः सौरप्रकाशे निहिताम् ऊर्जां स्वीकृत्य रासायनिक्याम् ऊर्जायां परिवर्तयन्ति। एषा ऊर्जा संसारस्य सम्पूर्णजैवसमुदायस्य सर्वासां क्रियाणां सम्पादने सहायिका अस्ति। स्वपोषितः ऊर्जा विषमपोषिणः तथा च अपघटकान् यावत् गच्छति यथा 'ऊर्जायाः स्रोतः' नामके गते अध्याये वयं ज्ञातवन्तः आस्म यत् यदा ऊर्जायाः एकस्मात् रूपात् अपरस्मिन् रूपे परिवर्तनं भवति, तदा पर्यवरणे ऊर्जायाः कस्याश्चित् मात्रायाः अनुपयोगि-ऊर्जारूपेण ह्रासः भवति। पर्यावरणस्य विभिन्नानां घटकानां मध्ये ऊर्जायाः प्रवाहस्य विस्तृतम् अध्ययनं कृतं तथा च एतत् प्राप्तं यत् -



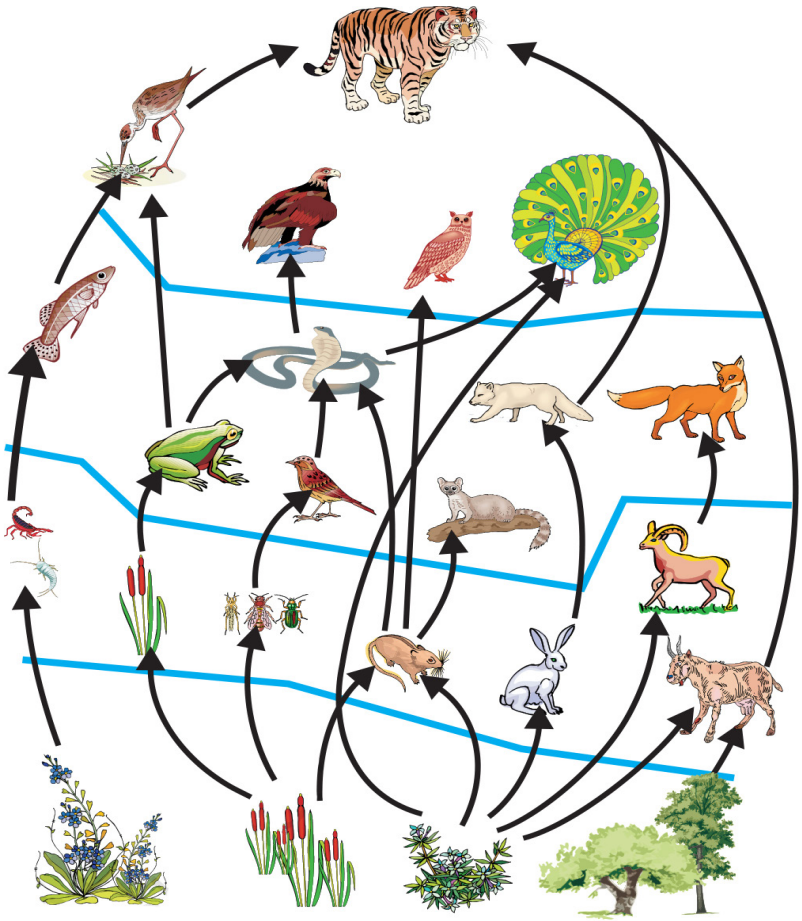
चित्रम् 15.2 पोषी स्तरः

एकस्मिन् स्थलीये पारितन्त्रे हरितपादपानां पत्रद्वारा प्राप्यमाणायाः सौर-ऊर्जायाः प्रायः 1% भागं खाद्य-ऊर्जायां परिवर्तयन्ति।

यदा हरिताः पादपाः प्राथमिकेन उपभोक्त्रा खाद्यन्ते तदा ऊर्जायाः विशालमात्रायाः पर्यावरणे ऊष्मरूपेण ह्रासः भवति, कस्याश्चित् मात्रायाः उपयोगः पाचने, विभिन्नेषु जैवकार्येषु, वृद्धौ तथा च जनने भवति। खादितस्य भोजनस्य मात्रायाः प्रायः 10% एव जैवमात्रायां परिवर्तितुं शक्नोति तथा च अग्रिमस्य स्तरस्य उपभोक्तुः कृते उपलब्धं भवितुं शक्नोति।

अतः वयं वक्तुं शक्नुमः यत् प्रत्येकं स्तरे उपलब्धानाम् अजैविकपदार्थानां मात्रायाः 10% एव उपभोक्तुः अग्रिमं स्तरं यावत् प्राप्नोति।

यतोहि उपभोक्तुः अग्रिमस्तरार्थम् ऊर्जायाः अतीव न्यूना मात्रा उपलब्धा भवितुं शक्नोति, अतः आहारशृङ्खला सामान्यतः त्रयाणाम् अथवा चतुर्णां चरणानां भवति। प्रत्येकं चरणे ऊर्जायाः ह्रासः एतावान् अधिकः भवति यत् चतुर्थपोषिस्तरात् परम् उपयोगिन्याः ऊर्जायाः मात्रा अतीव न्यूना भवति।



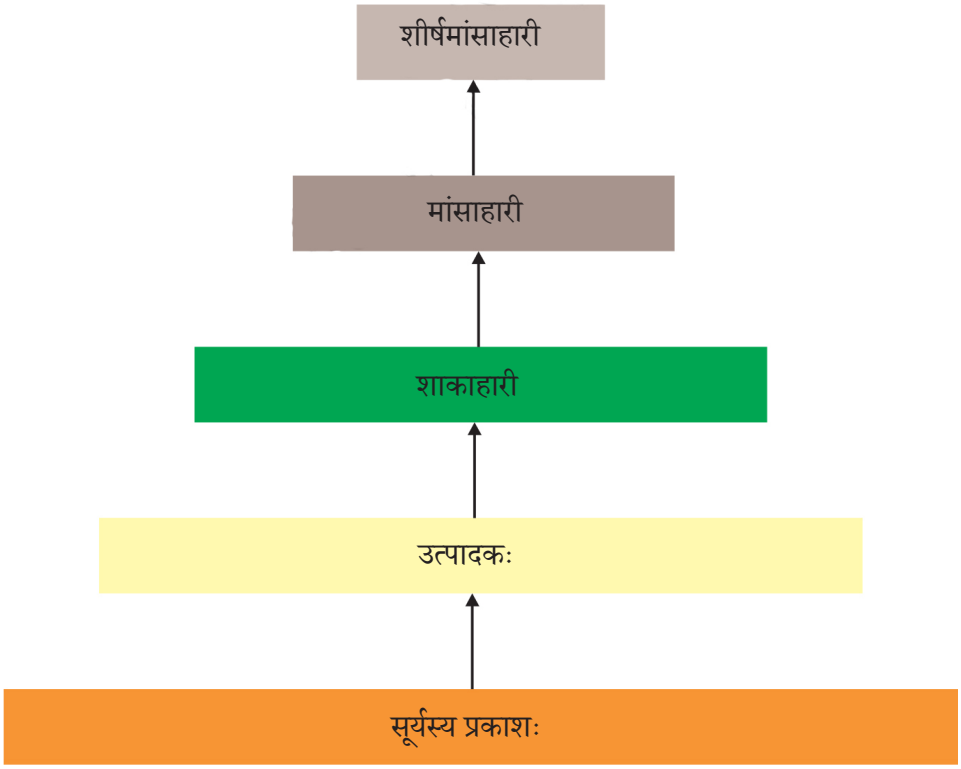
चित्रम् 15.3 अनेक-आहारशृङ्खलाभिः निर्मितम् आहारजालम्

सामान्यतः निम्नपोषिस्तरे जीवानां सङ्ख्या अधिका भवति, अतः उत्पादकस्तरे एषा सङ्ख्या सर्वाधिका भवति।

विभिन्नानाम् आहारशृङ्खलानां दीर्घतायां तथा च जटिलतायां बहुभिन्नता भवति। सामान्यतः प्रत्येकं जीवं द्वौ अथवा बहवः जीवाः खादन्ति, यः स्वयम् अनेकजीवानाम् आहारः भवति। अतः एकस्याः सरलायाः आहारशृङ्खलायाः अपेक्षया जीवानां मध्ये आहारसम्बन्धः शाखान्वितः भवति तथा च शाखान्वितानां शृङ्खलानाम् एकं जालं निर्माति यत् आहारजालं कथ्यते (15.3 चित्रम्)।

ऊर्जाप्रवाहस्य (15.4) चित्रात् द्वौ विषयौ स्पष्टीभवतः। प्रथमः, ऊर्जायाः प्रवाहः एकदिशिकः अथवा एकस्याम् एव दिशि भवति। स्वपोषिजीवद्वारा स्वीकृता ऊर्जा पुनः सौर-ऊर्जायां परिवर्तिता न भवति तथा च शाकाहारिणां कृते स्थानान्तरिता ऊर्जा पुनः स्वपोषिजीवानां कृते उपलब्धा न भवति।

आहारशृङ्खलायाः एकः अपरः आयामः एषः अपि अस्ति यत् अस्माकं ज्ञानं विना एव केचन हानिकारकाः रासायनिकपदार्थाः आहारशृङ्खलातः निर्गच्छन्तः अस्माकं शरीरे प्रवेशं कुर्वन्ति। भवन्तः नवमकक्ष्यायां पठितवन्तः यत् जलप्रदूषणं केन प्रकारेण भवति।



चित्रम् 15.4 एकस्मिन् पारितन्त्रे ऊर्जायाः प्रवाहस्य आरेखचित्रम्

अस्य एकं कारणम् अस्ति यत् विभिन्नानि सस्यानि रोगेभ्यः तथा च पीडकेभ्यः रक्षितुं पीडानासकानां तथा च रसायनानाम् अत्यधिकः उपयोगः करणीयः अस्ति एते रासायनिकाः प्रवहिताः भूत्वा मृत्तिकायाम् अथवा जलस्रोतस्सु गच्छन्ति। मृत्तिकातः एतेषां पदार्थानां पादपद्वारा जलेन तथा च खनिजैः सह अवशोषणं भवति तथा च जलाशयात् जलीयपादपेषु तथा च जन्तुषु प्रवेशं कुर्वन्ति। एषः केवलम् एकः विधिः अस्ति येन ते आहारशृङ्खलायां प्रवेशं कुर्वन्ति। यतोहि एते पदार्थाः अजैवनिम्नीकृताः सन्ति, एते प्रत्येकं पोषिस्तरे उत्तरोत्तरं सङ्गृहीताः भवन्ति। यतोहि कस्याम् अपि आहारशृङ्खलायां मनुष्यः शीर्षस्थः अस्ति, अतः अस्माकं शरीरे एतत् रसायनं सर्वाधिकमात्रायां सञ्चितं भवति। एतत् 'जैव-आवर्धनं' कथ्यते। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् अस्माकं खाद्यान्नानि - गोधूमेषु तथा च तण्डुलेषु, शाकेषु, फलेषु तथा च मांसे पीडकरसायनस्य अवशिष्टानि विभिन्नमात्रायाम् उपस्थितानि भवन्ति। तानि जलेन प्रक्षाल्य अथवा अन्यप्रकारेण पृथक् कर्तुं नैव शक्यन्ते।

क्रियाकलापः 15 5

- समाचारपत्रेषु, सज्जीकृतासु खाद्यसामग्रीषु अथवा भोज्यपदार्थेषु पीडकानां तथा च रसायनानां मात्रायाः विषये प्रायः एव समाचाराणां मुद्रणं भवति। कैश्चित् राज्यैः एतेषां पदार्थानाम् अवरोधः अपि कृतः। एतादृशस्य अवरोधस्य औचित्ये चर्चां कुर्वन्तु।
- भवतां विचारेण एतेषु खाद्यपदार्थेषु पीडकनाशकानां स्रोतः किम् अस्ति। किम् एते पीडकनाशकाः अन्येषां खाद्यस्रोतसां माध्यमेन अस्माकं शरीरे प्रवेष्टुं शक्नुवन्ति?
- कैः उपायैः शरीरे एतेषां पीडकनाशकानां मात्रा न्यूनीकर्तुं शक्यते। चर्चां कुर्वन्तु।

प्रश्नाः

1. पोषिस्तरः कः अस्ति? एकस्याः आहारशृङ्खलायाः उदाहरणं यच्छन्तु तथा च अस्मिन् विभिन्नपोषिस्तरान् वदन्तु।
2. पारितन्त्रे उपमार्जकानां का भूमिका अस्ति?

15.3 अस्माकं क्रियाकलापाः पर्यावरणं केन प्रकारेण प्रभावयन्ति?

वयं पर्यावरणस्य समेकिताः भागाः स्मः। पर्यावरणे परिवर्तनानि अस्मान् प्रभावयन्ति तथा च अस्माकं क्रियाकलापाः/गतिविधयः अस्मान् परितः पर्यावरणं प्रभावयन्ति। नवमकक्ष्यायां वयं पठितवन्तः यत् अस्माकं क्रियाकलापाः पर्यावरणं केन प्रकारेण प्रभावयन्ति। अस्मिन् भागे पर्यावरणेन सम्बद्धयोः द्वयोः समस्ययोः विषये विस्तरेण चर्चां करिष्यामः, तानि सन्ति - ओजोनस्तरस्य अपक्षयः तथा च अपशिष्टस्य व्यवस्थापनम्।

15.3.1 ओजोनस्तरः तथा च एतत् केन प्रकारेण अपक्षीणं भवति

ओजोन 'O3' इत्यस्य अणवः प्राणवायोः त्रिभिः परमाणुभिः निर्माताः भवन्ति यर्हि सामान्यः प्राणवायुः यस्य विषये वयं प्रायः चर्चां कुर्मः, तस्य अणुषु द्वौ परमाणू भवतः। यत्र प्राणवायुः सर्वेषां वायविकजीवानां कृते आवश्यकः अस्ति, तत्रैव ओजोन एकं घातकं विषम् अस्ति। किन्तु वायुमण्डलस्य उपरितने स्तरे ओजोन एकम् आवश्यकं प्रकार्यं सम्पादयति। एतत् सूर्यात् आगामिनीललोहितविकिरणात् पृथिव्याः कृते सुरक्षां प्रयच्छति। एते नीललोहितविकिरणाः जीवानां कृते अतीव हानिकारकाः सन्ति। उदाहरणार्थम्, एषः वातः मानवे त्वचः कर्करोगम् उत्पादयति।

वायुमण्डलस्य उच्चतरे स्तरे नीललोहितविकिरणानां (UV) प्रभावेण प्राणवायोः (O2) अणुभिः ओजोननिर्माणं भवति। उच्च-ऊर्जायाः नीललोहितविकिरणाः प्राणवायोः (O2) अणून् विघटितान् कृत्वा स्वतन्त्रः प्राणवायुः (O) परमाणुं निर्माति। प्राणवायोः एते स्वतन्त्राः परमाणवः संयुक्ताः भूत्वा ओजोननिर्माणं कुर्वन्ति यथा समीकरणे दर्शितम् अस्ति।

$$O_2 \xrightarrow{\text{नीललोहितविकिरणाः}} UV\ O+O$$

$$O+O_2 \longrightarrow O_3$$

(ओजोन)

1980 तः वायुमण्डले ओजोनस्तरस्य मात्रायां तीव्रतया ह्रासः आरब्धः। नीरजीतरस्विनीकौकिलीयं (CFCs) सदृशमानवसंश्लेषितं रसायनम् अस्य मुख्यकारकम् अभिमतम्। एतेषाम् उपयोगः शीतयन्त्रे तथा च अग्निशमने क्रियते। 1987 तमे वर्षे संयुक्तराष्ट्रस्य पर्यावरणकार्यक्रमे (UNEP) सर्वानुमतिः जाता यत् CFC इत्यस्य उत्पादनं 1986 इत्यस्य स्तरे एव सीमितं स्थापितं भवेत्।

क्रियाकलापः 15 6

- पुस्तकालयात्, अन्तर्जालात् अथवा समाचारपत्रात् परिजानन्तु यत् कानि रसायनानि ओजोनस्तरस्य अपक्षयस्य कृते उत्तरदायीनि सन्ति?
- परिजानन्तु यत् एतेषां पदार्थानाम् उत्पादनस्य तथा च उत्सर्जनस्य नियमनेन सम्बद्धाः नियमाः ओजोनक्षरणस्य न्यूनीकरणे कियन्तः सफलाः अभवन्। किं गतेषु केषुचित् वर्षेषु ओजोनछिद्रस्य आकारे किमपि परिवर्तनम् आगतम् अस्ति।

15.3.2 अवकरस्य व्यवस्था

कस्मिंश्चित् नगरे तथा च ग्रामे गमनेन परितः अवकरस्य राशेः दर्शनं भवति। किमपि पर्यटनस्थलं गच्छन्तु, अस्माकं विश्वासः अस्ति यत् तत्र विशालमात्रायां खाद्यपदार्थानां रिक्तान् सुनम्यस्यूतान् इतस्ततः प्रसृतान् द्रक्ष्यामः। गतकक्ष्यासु वयं स्वकीयैः उत्पादितस्य अस्य अवकरस्य समाप्तेः उपायेषु चर्चां कृतवन्तः। आगच्छन्तु, अस्यां समस्यायाम् अधिकगभीरतया अवधानं कुर्मः।

क्रियाकलापः 15 7

- परिजानन्तु यत् गृहेषु उत्पादितस्य अवकरस्य किं भवति? किं कस्माच्चित् अपि स्थानात् एकत्र कर्तुं कश्चन प्रबन्धः अस्ति?
- परिजानन्तु यत् स्थानीयैः निकायैः (पञ्चायतेन, नगरपालिकया, आवासकल्याण-समित्या) अस्य समाप्तिः केन प्रकारेण क्रियते? किं तत्र जीव-अपघटितं तथा च अजीव-अपघटितम् अवकरं पृथक् पृथक् कर्तुं कापि व्यवस्था अस्ति?

क्रियाकलापः 15 8

- गणनां कुर्वन्तु यत् एकस्मिन् दिने गृहात् कियान् अवकरः उत्पादितः भवति?
- एतेषु कियान् अवकरः जैवनिम्नीकरणीयः अस्ति?
- गणनां कुर्वन्तु यत् कक्ष्यायां प्रतिदिनं कियान् अवकरः उत्पादितः भवति।
- अस्मिन् कियान् अवकरः जैवनिम्नीकरणीयः अस्ति?
- अस्य अवकरस्य समाप्तेः कांश्चन उपायान् सूचयन्तु।

क्रियाकलापः 15 9

- परिजानन्तु यत् भवतां क्षेत्रे मलव्ययनस्य का व्यवस्था अस्ति? किं तत्र अस्य विषयस्य प्रबन्धः अस्ति यत् स्थानीयस्य जलाशयस्य तथा च जलस्य अन्यानि स्रोतांसि अनुपचारितेन वाहितेन मलेन प्रभावितानि न भवेयुः?
- स्वक्षेत्रे परिजानन्तु यत् स्थानीयाः उद्योगाः स्व-अपशिष्टैः (अवकरस्य तथा च तरलस्य अपशिष्टस्य) समाप्तेः कं प्रबन्धं कुर्वन्ति? किं तत्र अस्य विषयस्य प्रबन्धनम् अस्ति येन निर्धारयितुं शक्येत यत् एतैः पदार्थैः भूमेः तथा च जलस्य प्रदूषणं न भविष्यति?

अस्माकं जीवनशैल्यां परिष्कारेण सह उत्पादितस्य अवकरस्य मात्रा अपि अतीव वर्धिता। अस्माकम् अभिवृत्तौ परिवर्तनम् अपि एकां महत्त्वपूर्णां भूमिकां निर्वहति। वयं प्रयोज्यानां (निवर्तनीय) वस्तूनां प्रयोगम् आरब्धवन्तः। परिवेष्टन पद्धत्यां परिवर्तनेन अजैवनिम्नीकरणीयवस्तुनः अवकरे पर्याप्ता वृद्धिः जाता अस्ति। भवतां विचारेण एतेषां सर्वेषाम् अस्माकं पर्यावरणे कः प्रभावः भवितुं शक्नोति?

अस्मिन् विचारं कुर्वन्तु

रेलयानेषु प्रयोज्याः (निवर्तनीयाः) चषकाः

यदि भवन्तः स्वपितरौ प्रक्ष्यन्ति तर्हि प्रायः तेषां स्मरणं स्यात् यत् रेलयानेषु चायं काचस्य चषकेषु दीयते स्म, यत् चायविक्रेतुः कृते पुनः प्रत्यर्प्यते स्म। प्रयोज्यचषकाणां तथा च चषकाणाम् उपयोगः अनेन आधारेण वर्धितः यत् ते स्वच्छाः तथा च स्वास्थ्यकराः सन्ति। तस्मिन् समये केन अपि कल्पना न कृता आसीत् यत् प्रतिदिनं लक्षशः सङ्ख्यायाम् उपयुज्यमानानाम् एतेषां काचचषकाणां कः समाघातः भविष्यति। किञ्चित् समयात् पूर्वं मृच्चषकाः वैकल्पिकरूपेण आनीताः। किन्तु, एतस्मिन् विचारः नैव कृतः यत् एतावत्यां विशालसङ्ख्यायां मृच्चषकान् निर्मातुं कियत्याः उर्वरकमृत्तिकायाः उपयोगः भविष्यति। अधुना कर्गदस्य प्रयोज्यचषकाणां प्रयोगः भवति। भवतां विचारेण प्रयोज्यसुनम्यस्य चषकाणाम् अपेक्षया कर्गदस्य प्रयोज्यचषकाणाम् उपयोगस्य के लाभाः सन्ति।

क्रियाकलापः 15 10

- अन्तर्जालस्य अथवा पुस्तकालयस्य साहाय्येन परिजानन्तु यत् वैद्युतकवस्तूनां समाप्तिसमये कस्मात् अपघातकवस्तुनः भवद्भिः सुरक्षापूर्वकं मुक्तिः प्राप्तव्या अस्ति। एते पदार्थाः पर्यावरणं केन प्रकारेण प्रभावयन्ति?
- परिजानन्तु यत् सुनम्यस्य पुनः चक्रणं केन प्रकारेण भवति? किं सुनम्यस्य पुनः चक्रणस्य पर्यावरणे कश्चन प्रभावः भवति?

प्रश्नाः

1. ओजोन किम् अस्ति तथा च एतत् किमपि पारितन्त्रं केन प्रकारेण प्रभावितं करोति।
2. भवन्तः अवकरस्य समाप्तेः समस्यां न्यूनीकर्तुं किं योगदानं कर्तुं शक्नुवन्ति? कयोश्चित् द्वयोः पद्धत्योः वर्णनं कुर्वन्तु।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- पारितन्त्रस्य विभिन्नाः घटकाः अन्योन्याश्रिताः भवन्ति।
- उत्पादकाः सूर्यात् प्राप्ताम् ऊर्जां पारितन्त्रस्य अन्येषां सदस्यानां कृते उपलब्धां कारयन्ति।

- यदा वयम् एकस्मात् पोषिस्तरात् अपरं पोषिस्तरं गच्छामः तदा ऊर्जायाः ह्रासः भवति, एतत् आहारशृङ्खलायां पोषिस्तरं सीमितं करोति।
- मानवस्य गतिविधीनां पर्यावरणे समाघातः भवति।
- CFCS सदृशैः रसायनैः ओजोनस्तरस्य हानिः कृता अस्ति। यतोहि ओजोनस्तरः सूर्यात् आगच्छतः नीललोहितविकिरणात् सुरक्षां प्रयच्छति अतः अस्य क्षतेः पर्यावरणस्य हानिः भवितुं शक्नोति।
- अस्माभिः उत्पादितः अवकरः जैवनिम्नीकरणीयः अथवा अजैवनिम्नीकरणीयः भवितुं शक्नोति।
- अस्माभिः उत्पादितस्य अवकरस्य व्यवस्थापनं काचित् गभीरा पर्यावरणीया समस्या अस्ति।

अभ्यासः

1. निम्नेषु केषु समूहेषु केवलं जैवनिम्नीकरणीयाः पदार्थाः सन्ति-
   (a) तृणानि, पुष्पाणि तथा च चर्माणि
   (b) तृणानि, काष्ठानि तथा च सुनम्यानि
   (c) फलानां वल्कलानि, मधुरपिष्टकानि तथा च जम्बीररसाः
   (d) मधुरपिष्टकानि, काष्ठानि तथा च तृणानि
2. निम्नेषु के आहारशृङ्खलायाः निर्माणं कुर्वन्ति-
   (a) तृणानि, गोधूमाः तथा च आम्राणि
   (b) तृणानि, अजाः तथा च मानवाः
   (c) अजाः, गावः तथा च गजाः
   (d) तृणानि, मत्स्याः तथा च अजाः
3. निम्नेषु कः पर्यावरणमित्रस्य व्यवहारः कथ्यते-
   (a) आपणगमनसमये वस्तूनां कृते वस्त्रस्यूतः नेतव्यः
   (b) कार्ये समाप्ते सति गोलदीपस्य तथा च व्यजनस्य पिञ्जस्य पिधानम्
   (c) जनन्या स्कूटरयानेन विद्यालये प्रापणस्य अपेक्षया विद्यालयपर्यन्तं पादाभ्यां गमनम्
   (d) उपर्युक्तानि सर्वाणि
4. किं भविष्यति यदि वयम् एकस्य पोषिस्तरस्य सर्वान् जीवान् समापयेम (मारयेम)?
5. किम् कस्यचित् पोषिस्तरस्य सर्वेषां सदस्यानाम् अपसारणस्य प्रभावः भिन्न-भिन्न-पौष्टिकस्तरेभ्यः पृथक् पृथक् भविष्यति? किं कस्यचित् पोषिस्तरस्य जीवानां पारितन्त्रं प्रभावितम् अकृत्वा अपसारयितुं शक्यते ?
6. जैविकम् आवर्धनं किम् अस्ति? किं पारितन्त्रस्य विभिन्नेषु स्तरेषु जैविकस्य आवर्धनस्य प्रभावः अपि भिन्नः भिन्नः भविष्यति?
7. अस्माभिः उत्पादितेन अजैवनिम्नीकरणीयेन अवकरेण काः समस्याः उत्पान्नाः भवन्ति?
8. यदि अस्माभिः उत्पादितः सम्पूर्णः अवकरः जैवनिम्नीकरणीयः अस्ति तर्हि किम् एतेषाम् अस्माकं पर्यावरणे कोऽपि प्रभावः न भविष्यति?
9. ओजोनस्तरस्य क्षतिः अस्माकं कृते चिन्तायाः विषयः किमर्थम् अस्ति। एतां क्षतिं सीमितां कर्तुं के आयामाः उपस्थापिताः सन्ति?

षोडशः अध्यायः

प्राकृतिकसंसाधनानां प्रबन्धनम्

नवमकक्ष्यायां वयं प्राकृतिकसंसाधनानां यथा मृदायाः, वायोः तथा च जलानां विषये पठितवन्तः तथा च एतत् अपि ज्ञातवन्तः यत् विभिन्नसङ्घटकानां प्रकृतौ वारं वारं चक्रणं केन प्रकारेण भवति? गते अध्याये वयम् एतत् अपि पठितवन्तः यत् अस्माकं क्रियाकलापैः एतेषां संसाधनानां प्रदूषणं भवति। अस्मिन् अध्याये वयं केषाञ्चन संसाधनानां विषये ज्ञास्यामः तथा च एतत् अपि ज्ञास्यामः यत् वयं केन प्रकारेण तेषाम् उपयोगं कुर्वन्तः स्मः? भवितुं शक्नोति वयम् एतत् अपि चिन्तयेम यत् वयम् एतेषां संसाधनानाम् उपयोगम् एवं प्रकारेण कुर्याम येन संसाधनानां सम्पोषणं भवितुं शक्नुयात् तथा च वयं स्वस्य पर्यावरणस्य संरक्षणम् अपि कर्तुं शक्नुयाम। वयं वनं, वन्यजीवनं, जलम्, अङ्गारं तथा च अग्नितैलम् इत्यादीनां प्राकृतिकसंसाधनानां चर्चां करिष्यामः तथा च तासु समस्यासु अपि विचारं करिष्यामः यत् सम्पोषितानां विकासार्थम् एतेषां संसाधनानां प्रबन्धनं केन प्रकारेण करवाम?

वयं कदाचित् एव पर्यावरणीयसमस्यानां विषये श्रुणुमः अथवा पठामः। एताः प्रायशः वैश्विकसमस्याः सन्ति तथा च एतासां समाधाने अथवा परिवर्तने वयं स्वान् असहायान् प्राप्नुमः। एतेषां कृते अनेके अन्ताराष्ट्रियाः नियमाः तथा च विनियमाः सन्ति तथा च अस्माकं देशे अपि पर्यावरणस्य संरक्षणार्थम् अनेके नियमाः सन्ति। अनेकानि राष्ट्रियाणि तथा च अन्ताराष्ट्रियाणि सङ्घटनानि अपि पर्यावरणस्य संरक्षणार्थं कार्यं कुर्वन्ति।

क्रियाकलापः 16 1

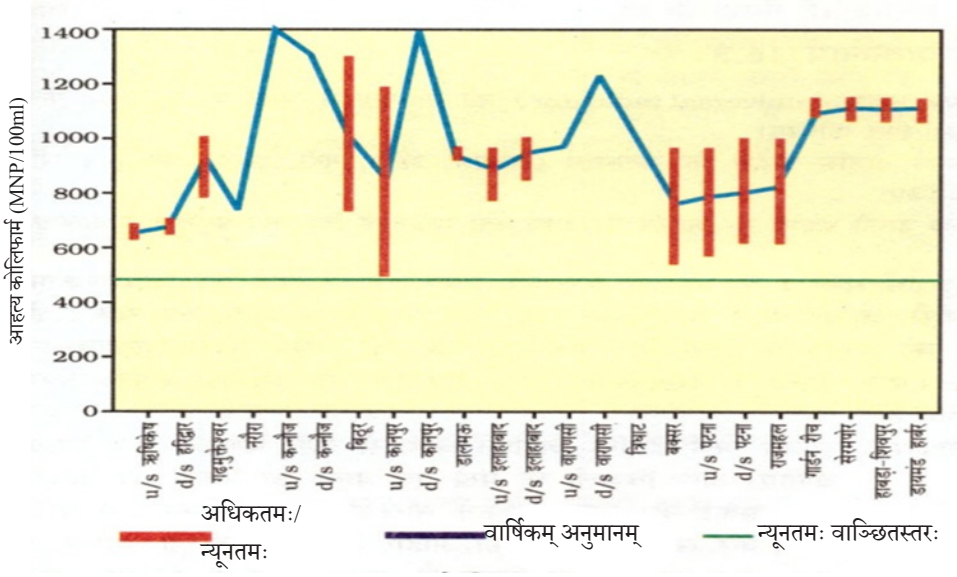
- अङ्गाराम्लवायोः उत्सर्जनस्य विनियमाय अन्ताराष्ट्रियमानकस्य परिज्ञानं कुर्वन्तु।
- अस्मिन् विषये कक्ष्यायां चर्चां कुर्वन्तु यत् वयम् एतानि मानकानि प्राप्तुं केन प्रकारेण सहयोगं कर्तुं शक्नुमः?

क्रियाकलापः 16 2

- एतादृशानि अनेकानि सङ्घटनानि सन्ति यानि पर्यावरणं प्रति जागरूकतायाः विस्तारणे रतानि सन्ति। तानि एतादृशान् क्रियाकलापान् प्रोत्साहयन्ति येन अस्माकं पर्यावरणेन तथा च प्राकृतिकसंरक्षणेन वृद्धिः प्राप्यते। स्वस्य परिसरस्य क्षेत्रे/नगरे/पुरे/ग्रामे कार्यकर्तृणां सङ्घटनानां विषये परिज्ञानं कुर्वन्तु।
- परिज्ञानं कुर्वन्तु यत् एतम् उद्देश्यं प्राप्तुं भवन्तः किं योगदानं कर्तुं शक्नुवन्ति।

संसाधानानाम् अविवेकपूर्णेन दोहनेन (निःशेषेण) उत्पन्नानां समस्यानां विषये जागरूकता अस्माकं समाजे अपेक्षाकृतः कश्चन नूतनः आयामः अस्ति। यदा एषा जागरूकता वर्धते तदा काश्चित् प्रचर्याः अथवा निर्णयाः स्वीक्रियन्ते। भवन्तः गङ्गायाः स्वच्छतायाः योजनाविषये अवश्यम् एव श्रुतवन्तः स्युः।

कोटिशः रूप्यकाणाम् एषा योजना प्रायः 1985 तमे वर्षे एतदर्थं प्रारब्धा यतोहि गङ्गायाः जलस्य गुणवत्ता बहु न्यूना जाता आसीत् (16.1 चित्रम्)। कोलिफॉर्म (coliform) जीवाणूनाम् एकः वर्गः अस्ति यः मानवस्य अन्त्रे प्राप्यते, जले अस्य उपस्थितिः, एतैः रोगजन्यसूक्ष्मजीवाणुभिः जलस्य संदूषितत्वं दर्शयति।



MPN (most probable number): सार्वप्रायिका सङ्ख्या; u/s (upstream): ऊर्ध्वप्रवाहः mL (millilitre): मिलिलिटर; d/s (downstream): अधोप्रवाहः

चित्रम् 16.1 गङ्गाजले कोलिफॉर्म इत्यस्य सम्पूर्णः गणनास्तरः (1993-1994)

स्रोतः- एनॉन 1996 - जलस्य गुणवत्तायाः स्थितिः तथा च सांङ्ख्यिकी (1993-1994), केन्द्रीयप्रदूषणनियन्त्रणपरिषत्, दिल्ली, पृ. 11

एतदपि जानन्तु

गङ्गायाः प्रदूषणम्

गङ्गा हिमालये स्थितायाः स्व-उद्गमस्थानगङ्गोत्र्याः पूर्वपयोधौ गङ्गासागरं यावत् 2500 km पर्यन्तं यात्रां करोति। अस्याः तटे स्थिताः उत्तरप्रदेशस्य, बिहारस्य तथा च बङ्गालस्य शताधिकैः नगरैः एषा कस्याश्चित् नालिकायाः रूपेण परिवर्तिता। एतस्य मुख्यं कारणम् एतैः नगरैः उत्सर्जितस्य अवकरस्य तथा च मलस्य अस्यां प्रवाहकरणम् अस्ति। एतत् अतिरिच्य मानवस्य अन्ये क्रियाकलापाः सन्ति - स्नानकरणम्, वस्त्रप्रक्षालनम्, मृतानां जनानां भस्म तथा च शवानां प्रवाहनम्। एतत् एव न अपि तु उद्योगैः उत्पादितेन रासायनिकेन उत्सर्जनेन गङ्गायाः प्रदूषणस्तरः एतावान् वर्धितः अस्ति यत् अस्य विषयुक्तानि अन्यानि कारणानि सन्ति। अनेन जले मत्स्याः म्रियमाणाः अभवन्।

यथा भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् मापनयोग्यानां केषाञ्चन कारकाणां प्रयोगं कृत्वा प्रयुक्तजलस्य गुणवत्तायाः निर्धारणम् अथवा प्रदूषणस्य मापनं कर्तुं शक्यते। केचन प्रदूषकाः अत्यल्पमात्रायां भवन्ति चेत् अपि हानिकारकाः भवितुं शक्नुवन्ति। एतेषां मापनार्थम् अस्माकं कृते अतीव परिष्कृतानाम् उपस्कराणाम् आवश्यकता भवति। किन्तु द्वितीये अध्याये वयम् एतत् अपि पठितवन्तः स्मः यत् जलस्य PH सरलतया सार्वसूचकानां साहाय्येन मातुं शक्यते।

क्रियाकलापः 16 3

- सार्वसूचकानां (universal indicator) साहाय्येन स्वगृहे आपूर्णस्य जलस्य PH परिज्ञानं कुर्वन्तु।
- स्वस्य परिसरस्य जलाशयस्य (तडागस्य, सरोवरस्य, नद्याः, जलप्रपातस्य) PH परिज्ञानम् अपि कुर्वन्तु।
- किं स्वप्रेक्षणानाम् आधारेण भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् जलं प्रदूषितम् अस्ति अथवा न।

किन्तु अस्माभिः समस्यायाः विशालं रूपं दृष्ट्वा निराशैः भवितव्यतायाः आवश्यकता नास्ति, यतोहि एतादृशानि अनेकानि कार्याणि सन्ति यैः वयं स्थितौ भिन्नताम् आनेतुं शक्नुमः। भवन्तः पर्यावरणस्य रक्षणार्थं त्रिप्रकारकस्य 'R' इत्यस्य विषये तु अवश्यं श्रुतवन्तः स्युः। Reduce (न्यूनः उपयोगः), Recycle (पुनश्चक्रणम्) तथा च Reuse (पुनरुपयोगः)। एतानि किं सूचयन्ति?

न्यूनः उपयोगः - अस्य अर्थः एषः अस्ति यत् भवन्तः न्यूनातिन्यूनं वस्तूनाम् उपयोगं कुर्युः। भवन्तः विद्युतः व्यजनस्य तथा च गोलदीपस्य पिञ्जं पिधाय विद्युतं रक्षितुं शक्नुवन्ति। भवन्तः च्यवन्त्याः नलिकायाः समीकरणं कृत्वा जलं रक्षितुं शक्नुवन्ति। भवन्तः आहारं व्यर्थं न कुर्युः। किं भवन्तः केषाञ्चन अन्येषां वस्तूनां विषये चिन्तयितुं शक्नुवन्ति, येषाम् उपयोगः न्यूनीकर्तुं शक्यते?

पुनश्चक्रणम् - अस्य अर्थः अस्ति यत् भवन्तः सुनम्यस्य, कर्गदस्य, काचस्य, धातोः वस्तूनि तथा च एतादृशानाम् एव पदार्थानां पुनश्चक्रणं कृत्वा उपयोगिनां वस्तूनां निर्माणं कुर्युः। यावत् पर्यन्तम् आवश्यकं न भवेत् एतेषां नूतनम् उत्पादनं/संश्लेषणं विवेकपूर्णं नास्ति। एतेषां पुनश्चक्रणाय पूर्वम् अस्माभिः अपद्रव्याणि पृथक् करणीयानि भविष्यन्ति येन पुनश्चक्रणस्य योग्यानि वस्तूनि अन्येन अवकरेण सह पूर्णक्षेत्रे न क्षिप्तानि भवेयुः। किं भवतां ग्रामे, पुरे अथवा नगरे एतादृशः कश्चन प्रबन्धः अस्ति येन एतेषां पदार्थानां पुनश्चक्रणं कर्तुं शक्येत?

पुनरुपयोगः - एषः पुनश्चक्रणात् अपि उत्तमः विधिः अस्ति यतोहि पुनश्चक्रणे काचित् ऊर्जा व्ययीभवति। पुनरुपयोगस्य विधौ भवन्तः वस्तुनः वारं वारम् उपयोगं कुर्वन्ति। पिहितपत्राणां क्षेपणस्य अपेक्षया भवन्तः पुनः उपयोगे आनेतुं शक्नुवन्ति। विभिन्नैः खाद्यपदार्थैः सह आगतानां सुनम्यकूपीनां, सम्पुटादीनाम् उपयोगः पाकशालायां वस्तूनां स्थापनार्थं कर्तुं शक्यते। अन्यानि कानि वस्तूनि सन्ति

यानि वयं पुनपरुपयोगे आनेतुं शक्नुमः?

एतत् एव न अपि तु स्वस्य दैनिक-आवश्यकतासु तथा च क्रियाकलापेषु निर्णयस्य स्वीकरणसमये अपि वयं पर्यावरणेन सम्बद्धान् निर्णयान् स्वीकर्तुं शक्नुमः। एतदर्थम्, अस्माकं कृते एतस्य ज्ञानस्य आवश्यकता अस्ति यत् अस्माकं चयनेन पर्यावरणे कः प्रभावः भवितुं शक्नोति, एते प्रभावाः तात्कालिकाः दीर्घकालिकाः अथवा व्यापकाः भवितुं शक्नुवन्ति। सम्पोषितस्य विकासस्य संकल्पना मनुष्यस्य वर्तमानानाम् आधारभूतानाम् आवश्यकतानां पूर्तिं तथा च विकासं प्रोत्साहयति एव सहैव भाविसन्तत्यै संसाधनानां संरक्षणम् अपि करोति। आर्थिकविकासः पर्यावरणस्य संरक्षणेन सम्बद्धः अस्ति। अतः सम्पोषितविकासेन जीवनस्य सर्वेषु आयामेषु परिवर्तनं निहितम् अस्ति। एतत् जनेषु आश्रितं भवति यत् तत् स्वं परितः आर्थिकं, सामाजिकं, तथा च पर्यावरणीयस्थितिं प्रति स्वस्य दृष्टिकोणे परिवर्तनम् आनेतव्यं तथा च प्रत्येकम् अपि जनः प्रकृतेः संसाधनानां वर्तमाने उपयोगे परिवर्तनाय सज्जः भवेत्।

क्रियाकलापः 16 4

- किं भवन्तः बहूनां संवत्सराणाम् अनन्तरं कमपि ग्रामम् अथवा नगरं गतवन्तः? यदि आम्, तर्हि किं विगतस्य अपेक्षया नूतनानि गृहाणि तथा च राजमार्गाः निर्मिताः सन्ति? भवतां विचारेण एतान् निर्मातुम् आवश्यकानि वस्तूनि कुतः प्राप्तानि स्युः?
- तेषां पदार्थानां सूचीं निर्मान्तु तथा च तेषां स्रोतसाम् अपि परिज्ञानं कुवन्तु।
- स्वेन निर्मितां सूचीं स्वसहपाठिभिः सह चर्चयन्तु। किं भवन्तः एतादृशान् उपायान् सूचयितुं शक्नुवन्ति यैः एतेषां वस्तूनाम् उपयोगे न्यूनता आनेतुं शक्येत।

16.1 अस्माकं कृते संसाधनानां प्रबन्धनस्य का अवश्यकता अस्ति?

केवलं राजमार्गाः तथा च गृहाणि एव न अपि तु तानि सर्वाणि अपि वस्तूनि येषां वयम् उपयोगं कुर्मः यथा - भोजनं, वस्त्राणि, पुस्तकानि, क्रीडनकानि, पीठोपकरणानि, उपकरणानि तथा च वाहनादीनि सर्वाणि अस्माभिः पृथिव्याम् उपलब्धप्राकृतिकसंसाधनात् प्राप्तानि भवन्ति। अस्माभिः केवलम् एकम् एव वस्तु पृथिव्याः बहिर्भागात् प्राप्तं भवति, सा अस्ति ऊर्जा या अस्माभिः सूर्यात् प्राप्ता भवति। किन्तु एषा ऊर्जा अपि अस्माभिः पृथिव्याम् उपस्थितानां जीवानां प्रक्रमद्वारा, तथा च विभिन्नभौतिकद्वारा तथा च रासायनिकप्रक्रमद्वारा अपि प्राप्यते।

अस्माकं कृते स्वसंसाधनानां सावधानतया (विवेकपूर्णपद्धत्या) उपयोगस्य किमर्थम् आवश्यकता अस्ति? यतोहि एतानि संसाधनानि असीमितानि न सन्ति। स्वास्थ्यसेवासु सुधारकारणेन अस्माकं जनसङ्ख्यायां तीव्रगत्या वृद्धिः जायमाना अस्ति। जनसङ्ख्यायां वृद्धेः कारणेन सर्वेषां संसाधनानाम् अभियाचना अपि बहुतीव्रतया वर्धिता अस्ति। प्राकृतिकानां संसाधनानां प्रबन्धनसमये दीर्घकालिकः दृष्टिकोणः ध्याने स्थापनीयः भविष्यति यत् एषः अग्रिमबहूनां वंशक्रमाणां पर्यन्तम् उपलब्धः भवितुं शक्नुयात्। संसाधनानाम् अर्थः तेषां दोहनम् अथवा शोषणं नास्ति। अस्मिन् प्रबन्धने एतस्य विषयस्य सुनिश्चयनस्य आवश्यकता अस्ति यत् एतेषां वितरणं सर्वेषु वर्गेषु समानरूपेण भवेत्, न कु केवलं मुष्टिपरिमिताः धनिकाः तथा च शक्तिशालिनः जनाः एव एतेषां लाभं प्राप्नुयुः।

एकस्मिन् विषये इतोऽपि अवधानस्य आवश्यकता अस्ति यत् यदा वयम् एतेषां संसाधनानां दोहनं कुर्मः तदा वयं पर्यावरणस्य क्षतिं कुर्मः। उदाहरणार्थम्, खननेन प्रदूषणं भवति यतोहि धातोः निष्कर्षणेन सह विशालमात्रायां धातुमलम् अपि निस्सरति। अतः सम्पोषितानां प्राकृतिकसंसाधनानां प्रबन्धने अपशिष्टानां सुरक्षापूर्वकं व्यवस्थापनस्य अपि व्यवस्था भवेत्।

प्रश्नाः

1. पर्यावरणस्य मित्राणि भवितुं भवन्तः स्वस्य अभ्यासेषु कानि परिवर्तनानि आनेतुं शक्नुवन्ति?
2. संसाधनानां दोहनस्य कृते न्यूनावधेः उद्देश्यस्य परियोजनायाः के लाभाः भवितुं शक्नुवन्ति?
3. एते लाभाः, दीर्घकालं मनसि स्थापयित्वा निर्मितानां परियोजनानां लाभात् केन प्रकारेण भिन्नाः सन्ति।
4. किं भवतां विचारेण संसाधनानां समानं वितरणं भवेत्? संसाधनानां समानवितरणस्य विरुद्धं काः काः शक्तयः कार्यं कर्तुं शक्नुवन्ति?

16.2 वनानि तथा च वन्यजीवनानि

वनानि 'जैवविविधतायाः विशिष्टानि (Hotspots) स्थलानि' सन्ति। जैवविविधतायाः एकः आधारः तस्मिन् क्षेत्रे प्राप्यमाणायाः विभिन्नायाः उपजातेः सङ्ख्या अस्ति। किन्तु, जीवानां विभिन्नानि स्वरूपाणि (जीवाणुः, मधुरिका, पर्णाङ्गं, पुष्पाणि, पादपाः, सूत्रकृमयः, कीटाः, पक्षिणः, सरीसृपादयः) अपि महत्त्वपूर्णाः सन्ति। वंशागतजैवविविधतायाः संरक्षणस्य प्रयासः प्राकृतिकसंरक्षणस्य मुख्येषु उद्देश्येषु एकः अस्ति। प्रयोगाणां तथा च वस्तुस्थितेः अध्ययनेन वयं परिजानीमः यत् विविधतायाः नाशेन पारिस्थितिकं स्थायित्वम् अपि नष्टं भवितुं शक्नोति।

क्रियाकलापः 16 5

- येषां वनस्य उत्पादानां भवन्तः प्रयोगं कुर्वन्ति तेषां एकां सूचीं निर्मान्तु।
- भवतां विचारेण वनस्य समीपे निवासी जनः केषां वस्तूनाम् उपयोगं करिष्यति?
- वनस्य अन्तः निवासी जनः केषां वस्तूनाम् उपयोगं करिष्यति?
- स्वसहपाठिभिः सह चर्चां कुर्वन्तु यत् उपर्युक्तानां जनानाम् आवश्यकतासु किं कापि भिन्नता अस्ति अथवा कापि भिन्नता नास्ति तथा च एतेषां कारणम् अपि परिजानन्तु।

16.2.1 सहभागिनः

वयं सर्वे अपि विभिन्नानां वनस्य उत्पादानाम् उपयोगं कुर्मः। किन्तु, वनस्य संसाधनेषु अस्माकं निर्भरतायां भिन्नता अस्ति। अस्मासु केषाञ्चन जनानां समीपे केचन विकल्पाः सन्ति, किन्तु केषाञ्चन समीपे न सन्ति। यदा वनसंरक्षणस्य विषये चिन्तयामः तदा अस्माभिः एतत् अपि चिन्तनीयं भविष्यति यत् अस्य सहभागिनः के भविष्यन्ति -

(i) वनस्य अन्तः तथा च अस्य समीपे निवासिनः जनाः स्वस्य अनेकासाम् आवश्यकतानां कृते वनेषु आश्रिताः भवन्ति।

(ii) सर्वकारस्य वनविभागाः येषां समीपे वनानां स्वामित्वम् अस्ति तथा च ते वनात् प्राप्तानां संसाधनानां नियन्त्रणं कुर्वन्ति।

(iii) उद्योगपतयः ये तेन्दुपत्राणाम् उपयोगं धूमवर्तिकायाः (बीडी) निर्माणात् कर्गदस्य यन्त्रागारपर्यन्तं विभिन्नानां वनस्य उत्पादानाम् उपयोगं कुर्वन्ति, किन्तु ते वनानां कस्मिंश्चित् अपि एकस्मिन् क्षेत्रे आश्रिताः न भवन्ति।

(iv) वन्यजीवनं तथा च प्रकृतिप्रेमिणः ये प्रकृतेः संरक्षणम् अस्य आद्यावस्थायां कर्तुम् इच्छन्ति।

चित्रम् 16.2 वन्यजीवनस्य एकं दृश्यम्

आगच्छन्तु, पश्यामः यत् प्रत्येकं समूहस्य वनस्य आवश्यकताः काः सन्ति अथवा वनात् ते किं प्रानुवन्ति। स्थानीयजनानां कृते ईन्धनार्थं ज्वालनीयलघुकाष्ठानां तथा च आच्छादनस्य विशालमात्रायाम् आवश्यकता भवति। वंशस्य उपयोगः कुटीरस्य निर्माणाय, भोजनस्य एकत्र करणाय तथा च भण्डारणार्थं भवति। क्षेत्रस्य उपकरणानि, मत्स्यानां ग्रहणार्थं तथा च आखेटस्य उपकरणानि मुख्यतः काष्ठैः निर्मितानि भवन्ति एतत् अतिरिच्य वनानि, मत्स्यानां ग्रहणस्य तथा च आखेटस्य स्थलानि अपि भवन्ति। विभिन्नाः जनाः फलानां, शलाटूनां तथा च औषधीनाम् एकत्र करणेन सह स्वपशून् वने चारयन्ति अथवा तेषाम् आहारम् अपि वनात् एकत्र कुर्वन्ति।

किं भवन्तः चिन्तयन्ति यत् वनस्य सम्पदाम् एवं प्रकारेण उपयोगेन एतेषां संसाधनानां ह्रासः भविष्यति? एतत् मा विस्मरन्तु यत् आङ्ग्लजनानां भारत-आगमनात् पूर्वं जनाः एतेषु वनेषु शताब्दात् वसन्ति स्म। आङ्ग्लीयाः वनानां नियन्त्रणं स्वाधीनं कृतवन्तः। ततः पूर्वं अत्रत्याः मूलनिवासिनः एतादृशान् विधीन् विकासितवन्तः येन सम्पोषणम् अपि भवेत्। आङ्ग्लीयाः न केवलं वनेषु आधिपत्यं स्थापितवन्तः अपि तु स्वार्थाय तेषां दोहनम् अपि कृतवन्तः। अत्रत्यान् मूलनिवासिनः एकस्मिन् सीमिते क्षेत्रे वसितुं बलात्कृतवन्तः तथा च वनसंसाधनानां काञ्चित् मर्यादां यावत् अत्यधिकं दोहनम् अपि प्रारब्धवन्तः। स्वतन्त्रतायाः परं वनविभागाः आङ्ग्लजनात् वनानां नियन्त्रणं तु स्वाधीनं कृतवन्तः, किन्तु प्रबन्धनस्य व्यवहारे स्थानीयजनानाम् आवश्यकतानां तथा च ज्ञानस्य उपेक्षां कृतवन्तः। अतः वनानां बहु विशालक्षेत्रे एकप्रकारकाः एव वृक्षाः यथा सुरद्रुमाणां (pine), अतिपत्राणां (teak) अथवा नीलगिरिवृक्षाणां (eucalyptus) वने परिवर्तिताः अभवन्। एतान् वृक्षान् वसुं सर्वप्रथमं सम्पूर्णात् क्षेत्रात् अन्ये सर्वे पादपाः अपसारिताः। येन क्षेत्रस्य जैवविविधता विशालस्तरे नष्टा अभवत्। एतत् एव न स्थानीयजनानां विभिन्नाः आवश्यकताः यथा पशूनां कृते आहारः, औषधिनिमित्तं वनस्पतिः, फलानि तथा च शलाटुः इत्यादीनाम् आपूर्तिः अपि भवितुं न शक्ता। एतादृशैः रोपणैः उद्योगाः लाभं प्राप्तवन्तः ये वनविभागाय अपि राजस्वस्य मुख्यस्रोतांसि अभवन्।

क्रियाकलापः 16 6

- कयोश्चित् द्वयोः वनस्य उत्पादयोः परिज्ञानं कुर्वन्तु यौ कस्यचित् उद्योगस्य आधारौ स्तः। चर्चां कुर्वन्तु यत् एषः उद्योगः दीर्घसमयं यावत् सम्पोषितः भवितुं शक्नोति। अथवा किम् अस्माकं कृते एतेषाम् उत्पादानाम् उपभोगनियन्त्रणस्य आवश्यकता अस्ति?

किं भवन्तः जानन्ति यत् कति उद्योगाः वनस्य उत्पादेषु आश्रिताः भवन्ति? स्थूलकाष्ठानि, कर्गदं, लाक्षा तथा च क्रीडायाः वस्तूनि अस्य कानिचित् उदाहरणानि सन्ति।

उद्योगाः एतानि वनानि स्वयन्त्रागारार्थम् अपक्वसामग्र्याः केवलं स्रोतः एव मन्यन्ते। निहितस्वार्थेन जनानाम् एकः विशालवर्गः सर्वकारात् उद्योगार्थम् अपक्वसामग्रीं बहु न्यूनमूल्येन प्राप्तुम् इच्छति। यतोहि स्थानीयानां निवासिनाम् अपेक्षया एतेषां जनानां परिचयः सर्वकारे बहु उपरि पर्यन्तं भवति, अतः तेषां तस्य क्षेत्रस्य सम्पोषिते विकासे कापि रुचिः न भवति। उदाहरणार्थं कस्यचित् वनस्य अतिपत्राणां सर्वेषां वृक्षाणां कर्तनात् परं, ते दूरस्थात् वनात् अतिपत्राणां प्रापणम् आरप्स्यन्ते। तेषाम् अस्मिन् विषये कापि चिन्ता न भवति यत् ते एतेषाम् इष्टतमम् उपयोगं निर्धारयेयुः येन तत् अग्रे आगामिवंशक्रमस्य कृते अपि उपलब्धं भवितुं शक्नुयात्। भवतां विचारेण जनान् एतादृशात् व्यवहारकरणात् कथम् अवरोद्धुं शक्नुमः?

अन्ते वयं चर्चां कुर्मः प्रकृतेः तथा च वन्यजीवनस्य प्रेमिणां ये वने आश्रिताः तु न सन्ति, किन्तु वनानां प्रबन्धने तेषां सूचना अतीव महत्त्वपूर्णा मन्यते। संरक्षणस्य प्रारम्भः ज्येष्ठजन्तुभिः यथा - सिंहेन, व्याघ्रेण, गजेन तथा च खड्गमृगेण जातः आसीत् अधुना ते सम्पूर्णां जैवविविधतां पूर्णरूपेण संरक्षणस्य महत्त्वम् अवगतवन्तः। किन्तु किम् अस्माभिः एतादृशेभ्यः जनेभ्यः पर्याप्तं महत्त्वं न देयं ये वनतन्त्रस्य भागाः जाताः सन्ति अस्य विषयस्य पर्याप्तानि प्रमाणानि सन्ति यत् स्थानीयाः निवासिनः परम्परानुसारं वनानां संरक्षणस्य प्रयासं कुर्वन्ति। उदहरणार्थम्, राजस्थानस्य विश्नोई-समुदायस्य कृते वनानां तथा च वन्यप्राणिनां संरक्षणं तेषां धार्मिकस्य अनुष्ठानस्य भागः अभवत्। भारतसर्वकारः गतेषु दिनेषु जीवानां संरक्षणार्थम् अमृता देवी विश्नोई राष्ट्रियपुरस्कारस्य व्यवस्थां कृतवान्। एषः पुरस्कारः अमृता देवी विश्नोई इत्यस्याः स्मृतौ दीयते या 1731 तमे वर्षे राजस्थानस्य जोधपुरसमीपे खेजरालीग्रामे खेजरीवृक्षान् रक्षितुं 363 जनैः सह स्वस्य बलिदानं कृतवती आसीत्।

अध्ययनद्वारा एते विषयाः स्थापिताः यत् वनानां परम्परया आगतस्य उपयोगस्य पद्धत्याः विरुद्धस्य पूर्वाग्रहस्य कश्चन निर्दिष्टः आधारः नास्ति। उदाहरणार्थम्, विशालः हिमालयः राष्ट्रियस्य उद्यानस्य सुरक्षिते क्षेत्रे एल्पाइन इत्यस्य वनानि सन्ति यानि मेषाणाम् आहारस्थलानि आसन्। यायावराः पशुचारकाः प्रत्येकं वर्षे ग्रीष्मकाले स्वमेषान् घाटीतः अस्मिन् क्षेत्रे चारयितुं नयन्ति स्म। किन्तु अस्य राष्ट्रियस्य उद्यानस्य स्थापनायाः परम् एषा परम्परा अवरोधिता। अधुना एतत् दृष्टं यत् पूर्वं तु एतत् तृणं दीर्घं भवति, अनन्तरं दीर्घतायाः कारणेन भूमौ पतति येन नूतनस्य तृणस्य वृद्धिः अवरुद्धा भवति। संरक्षितेषु क्षेत्रेषु स्थानीयानां निवासिनां बलपूर्वकम् अवरोधनस्य प्रबन्धननीतिः प्रायः दीर्घसमयं यावत् सफला न अभवत्। केनापि प्रकारेण वनानां जायमानायाः क्षतेः कृते केवलं स्थानीयाः निवासिनः एव उत्तरदायिनः इति उपस्थापनं सम्यक् नास्ति। वयम् औद्योगिक्याः आवश्यकतायाः तथा च विकासस्य परियोजनायाः यथा राजमार्गस्य तथा च जलबन्धस्य निर्माणात् वनानां विनाशात् अथवा एतस्याः जायमानायाः

क्षतेः अक्षीणि निमीलयितुं नैव शक्नुमः। एतेषु संरक्षितेषु क्षेत्रेषु पर्यटकद्वारा अथवा तेषां सुविधार्थं कृतया व्यवस्थया जायमानायाः क्षतेः विषये अपि विचारः करणीयः भविष्यति।अस्माभिः मन्तव्यं भविष्यति यत् वनानां प्राकृतिके छवौ मनुष्यस्य हस्तक्षेपः बहु अधिकः अस्ति। अस्माभिः अस्य हस्तक्षेपस्य प्रकृतिः तथा च मर्यादा नियन्त्रणीया भविष्यति। वनस्य संसाधनानाम् उपयोगः एवं प्रकारेण करणीयः भविष्यति यः पर्यावरणस्य तथा च विकासस्य द्वयोः हिते स्यात्। अन्येषु शब्देषु, यदा पर्यावरण् अथवा वनानि संरक्षितानि भवेयुः, तस्य सुनियोजितस्य उपयोगस्य लाभं स्थानीयाः निवासिनः प्राप्नुयुः। एतत् विकेन्द्रीकरणस्य एका एतादृशी व्यवस्था अस्ति यत्र आर्थिकः विकासः तथा च पारिस्थितिकं संरक्षणम् उभयम् अपि चलितुं शक्नोति। यादृशम् आर्थिकं तथा च सामाजिकं विकासं वयम् इच्छामः, तेनैव अन्ततः एषः निर्णयः भविष्यति यत् तेन पर्यावरणस्य संरक्षणं भवति अथवा अस्य इतोऽपि विनाशः भवति। पर्यावरणं पादपानां तथा च जन्तूनां सज्जीकरणस्य सङ्ग्रहमात्रं मन्तुं न शक्यते। एषा काचित् जटिला व्यवस्था अस्ति यत्र अस्माकम् उपयोगार्थम् अनेकानि प्राकृतिकानि संसाधनानि प्राप्तानि भवन्ति। अस्माभिः स्वस्य आर्थिकस्य तथा च सामाजिकविकासस्य आपूर्तेः निमित्तम् एतेषां संसाधनानां सावधानतया उपयोगः करणीयः भविष्यति।

16.2.2 सम्पोषितं प्रबन्धनम्

अस्माभिः एतस्मिन् विचारणीयं भविष्यति यत् किम् उपर्युक्तानां सर्वेषां सहभागिनां लक्ष्यं वनप्रबन्धनस्य सन्दर्भे समानम् अस्ति। उद्योगेभ्यः वनसम्पत् प्रायः आपणस्य मूल्यात् बहु न्यूनमूल्येन उपलब्धा कार्यते, यर्हि स्थानीयाः निवासिनः ततः वञ्चिताः स्थाप्यन्ते। 'चिपको आन्दोलनम्' स्थानीयानां निवासिनां पृथक् करणस्य नीतेः एव परिणामाः सन्ति। एतत् आन्दोलनं हिमालयस्य उच्चपर्वतस्य शृङ्खलायां गढवालस्य 'रेनी' नामके ग्रामे एकया घटनया 1970 तमवर्षस्य प्रारम्भिके दशके जातम् आसीत्। एषः विवादः काष्ठानां प्रसंवेदकस्य तथा च स्थानीयानां जनानां मध्ये प्रारब्धः यतोहि ग्रामस्य समीपस्थानां वृक्षाणां कर्तनस्य अधिकारः तस्मै दत्तः आसीत्। एकस्मिन् निर्दिष्टे दिने प्रसंवेदकस्य जनाः वृक्षान् कर्तयितुम् आगताः यर्हि तत्रत्याः पुरुषाः तत्र न आसन्। किमपि भयं विना तत्रत्याः महिलाः तत्कालं तत्र प्राप्ताः तथा च ताः वृक्षान् स्वभुजासु आश्लिश्य प्रसंवेदकस्य जनान् वृक्षाणां कर्तनात् अवरुद्धवत्यः। अन्ततः प्रसंवेदकः स्वकार्यं स्थगितवान्।

प्राकृतिकसंसाधनानां नियन्त्रणस्य अस्यां प्रतियोगितायां पुनःपूरकाणाम् एतेषां संसाधनानां संरक्षणम् अन्तर्निहितम् अस्ति। अनेन एव उद्देश्येन तेषाम् उपयोगस्य पद्धतौ प्रश्नाः उत्थापिताः। काष्ठानां प्रसंवेदकः तस्य क्षेत्रस्य सर्वान् वृक्षान् कर्तयित्वा पातितवान् स्यात् तथा च क्षेत्रं सर्वदानिमित्तं वृक्षहीनम् अभविष्यत्। स्थानीयाः समुदायाः, वृक्षान् आरुह्य काश्चन शाखाः तथा च पत्राणि एव कर्तयन्ति येन समयेन सह तेषां पुनःपूरणम् अपि भवति। 'चिपको आन्दोलनम्' बहुतीव्रतया बहुषु समुदायेषु व्यापृतः तथा च जनसञ्चारः अपि अस्मिन् योगदानं दत्तवान् तथा च सर्वकारम् एतस्मिन् विषये चिन्तयितुं बलात् कृतवान् यत् वनानि केषां सन्ति तथा च वनसंसाधनानां समुचिताय उपयोगाय प्राथमिकतां निर्धारयितुं पुनर्विचारे बलात् कृतवान्। अनुभवः जनान् शिक्षितवान् यत् वनानां विनाशात् केवलं वनस्य उपलब्धता एव प्रभाविता न भवति अपि तु मृत्तिकायाः गुणवत्ता तथा च जलस्रोतांसि अपि प्रभावितानि भवन्ति। स्थानीयजनानां सहभागितया निश्चयेन वनानां प्रबन्धनस्य दक्षता वर्धिष्यते।

वनप्रबन्धने जनानां सहभागितायाया: एकम् उदाहरणम्

1972 तमे वर्षे पश्चिमबङ्गालस्य वनविभागेन प्रदेशस्य दक्षिणपश्चिमजिल्लासु नष्टानां सालवनानां पुन:पूरणाय स्वयोजनायाः असफलतायाः कारणानि ज्ञातानि। सतर्कतायाः परम्परागतानां विधिद्वारा तथा त आरक्षकाणां क्रियान्वयनेन स्थानीयजनेषु तथा च प्रशासने बहु दूरता अभवत् यस्य फलस्वरूपेण वनकर्मचारिषु तथा च ग्रामवासिषु प्रायः कलहाः आरब्धाः। एते कलहाः नक्सलादि हिंसकानि आन्दोलनानि इतोऽपि प्रोत्साहितवन्तः।

अतः वनविभागेन स्वनीत्यां परिवर्तनं कृतं तथा च मिदनापुरस्य अराबाडीवनक्षेत्रे एका योजना प्रारब्धा। अत्र वनविभागस्य कश्चन दूरदर्शी अधिकारी ए.के.बनर्जी ग्रामीणान् स्वयोजनायां मेलितवान् तथा च तेषां सहयोगेन पूर्णतः क्षतिग्रस्तस्य सालवनस्य 1272 हेक्टेयर-क्षेत्रस्य संरक्षणं कृतवान्। अस्य स्थाने निवासिनः क्षेत्रस्य पर्यवेक्षणस्य दायित्वार्थं उद्योगं प्राप्तवन्तः सह एव ते ततः उर्वरकस्य 25 प्रतिशतम् उपयोगस्य अधिकारम् अपि प्राप्तवन्तः तथा च बहु न्यूनमूल्येन ईन्धनार्थं काष्ठानि तथा च पशून् चारयितुम् अनुमतिम् अपि प्राप्तवन्तः। स्थानीयानां समुदायानां सहमत्या तथा च सक्रियसहभागितया 1983 पर्यन्तम् आराबाडी इत्यस्य सालवनानि समृद्धानि अभवन् तथा च पूर्वं व्यर्थानि इति कथ्यमानानां वनानां मूल्यं 12.5 कोटिरूप्यकाणाम् अनुमानं कृतम्।

क्रियाकलाप: 16 7

निम्नद्वारा वनानां जायमानायाः क्षतेः विषये परिचर्चां कुर्वन्तु

1. राष्ट्रिय-उद्यानेषु पर्यटकानां कृते विश्रामगृहस्य निर्माणम्।
2. राष्ट्रिय-उद्यानेषु पालितानां पशूनां चारणम्।
3. पर्यटकद्वारा सुनम्यकूपीनां, स्यूतानां तथा च अन्येषाम् अवकरणाम् राष्ट्रिये उद्याने क्षेपणम्।

प्रश्ना:

1. अस्माभिः वनानां तथा च वन्यजीवानां संरक्षणं किमर्थं करणीयम्?
2. संरक्षणस्य कृते कांश्चन उपायान् सूचयन्तु।

?

16.3 सर्वेषां कृते जलम्

क्रियाकलाप: 16 8

महाराष्ट्रस्य एकस्मिन् ग्रामे जलस्य न्यूनतायाः दीर्घकालीनसमस्यया पीडिताः ग्रामीणाः एकं जलस्य मलोरञ्जनम् उद्यानं परितः परिधिं कुर्वन्ति। अस्मिन् परिचर्चां कुर्वन्तु यत् किम् एतस्य उपलब्धस्य जलस्य समुचितः उपयोगः अस्ति?

पृथिवीवासिनां सर्वेषां जीवानां मूल-आवश्यकता जलम् अस्ति। वयं नवमकक्ष्यायां कस्यचित् संसाधनस्य रूपेण जलस्य महत्त्वं तथा च जलचक्रस्य विषये पठितवन्तः। मनुष्यः केन प्रकारेण जलस्य स्रोतांसि प्रदूषितवान् सह एव मनुष्यस्य प्रकृतौ व्यवधानेन अनेकेषु क्षेत्रेषु जलस्य उपलब्धता अपि प्रभाविता जाता अस्ति।

क्रियाकलापः 16 9

- एकस्याः मानचित्रावल्याः साहाय्येन भारते वृष्टेः प्रतिमानस्य अध्ययनं कुर्वन्तु।
- एतादृशानां क्षेत्राणाम् अभिज्ञानं कुर्वन्तु यत्र जलस्य प्रचुरता अस्ति तथा च एतादृशानां क्षेत्राणां यत्र अस्य बहु न्यूनता अस्ति।

उपर्युक्तस्य क्रियाकलापस्य अनन्तरं भवन्तः ज्ञात्वा आश्चर्यम् अनुभविष्यन्ति यत् जलस्य न्यूनतायाः क्षेत्रेषु तथा च अतिनिर्धनता क्षेत्रेषु घनिष्टः सम्बन्धः अस्ति । वृष्टेः प्रतिरूपस्य अध्ययनेन भारतस्य विभिन्नक्षेत्रेषु जलस्य उपलब्धतायाः पूर्णं सत्यं न प्रकाशितम्। भारते वृष्टिः मुख्यरूपेण प्रावृषि आश्रिता भवति। अस्य अर्थः अस्ति यत् वृष्टेः अवधिः वर्षस्य केषाञ्चन मासानां पर्यन्तम् एव सीमितः भवति। प्रकृतौ प्रावृषः अभिदानात् परम् अपि क्षेत्राणां वनस्पतेः आच्छादनस्य न्यूनतायाः कारणेन भूजलस्तस्य उपलब्धतायां बहुन्यूनता आगता अस्ति, सस्यानां कृते जलस्य अधिकमात्रायाः अभियाचना, उद्योगात् प्रवाहिताः प्रदूषकाः तथा च नगराणाम् अवकराः जलम् प्रदूषितं कृत्वा तस्य उपलब्धतायाः समस्याम् इतोऽपि अधिकां जटिलां कृतवन्तः। जलबन्धानां, जलाशयानां तथा च कुल्यानाम् उपयोगः भारतस्य विभिन्नेषु क्षेत्रेषु सेचनाय प्राचीनकालात् क्रियमाणः अस्ति। पूर्वम् एतेषां प्रविधीनां प्रयोगः स्थानीयैः जनैः कृतं व्यवधानम् आसीत् तथा च स्थानीयाः निवासिनः तस्य प्रबन्धनं कृषेः तथा च दैनिक-आवश्यकतानां पूर्त्यर्थं कुर्वन्ति स्म येन जलस्य उपलब्धिः आवर्षं भवितुं शक्नुयात्। अस्य सम्भृतस्य जलस्य नियन्त्रणं सम्यक्तया क्रियते स्म तथा च जलस्य उपलब्धता इतोऽपि दशकानां तथा च शताब्दानाम् अनुभवानाम् आधारेण इष्टतमं सस्यं प्रतिरूपत्वेन अनुस्रियन्ते स्म। सेचनस्य एतेषां संसाधनानां प्रबन्धनम् अपि स्थानीयैः जनैः क्रियते स्म।

आङ्ग्लीयाः भारतम् आगत्य अन्यैः विषयैः सह एतां पद्धतिम् अपि परिवर्तिवन्तः। विशालपरियोजनाः यथा विशालाः जलबन्धाः तथा च दूरतापर्यन्तं गामिनीनां विशालकुल्यानां सर्वप्रथमं सङ्कल्पनां कृत्वा तेषां क्रियान्वयनस्य कार्यम् अपि आङ्ग्लीयैः एव कृतं यत् स्वतन्त्रतायाः परम् अस्माकं सर्वकारेण अपि पूर्णेन उल्लासेन अनुसृतम्। एताभिः विशालपरियोजनाभिः सेचनस्य स्थानीयपद्धतयः उपेक्षिताः अभवन् तथा च सर्वकारेण शनैः शनैः एतेषां प्रबन्धनं प्रशासनं च स्वस्य अधीनं कृतं येन जलस्य स्थानीयेषु स्रोतस्सु स्थानीयनिवासिनां नियन्त्रणं समाप्तम् अभवत्।

एतदपि जानन्तु

हिमाचलप्रदेशे कुल्हः

प्रायः 400 तमवर्षेभ्यः पूर्वं हिमाचलप्रदेशस्य केषुचित् क्षेत्रेषु कुल्यसेचनस्य स्थानीयप्रणाल्याः विकासः एते कुल्हाः कथ्यन्ते स्म। जलाकरात् प्रवहत् जलं मानवनिर्मितायाः लघुलघुप्रणालिकायाः पर्वते स्थितम् अधस्तनं ग्रामं यावत् नीयते। एतस्मात् कुल्हात् प्राप्तस्य जलस्य प्रबन्धनं क्षेत्रस्य सर्वेषां ग्रामाणां सहमत्या क्रियते स्म। भवन्तः ज्ञात्वा आश्चर्यम् अनुभविष्यन्ति यत् कृषेः कार्यकाले जलं सर्वप्रथमं दूरस्थग्रामाणां कृते दीयते स्म अनन्तरम् उत्तरोत्तरम् उच्चतायां स्थिताः ग्रामाः तस्य जलस्य उपयोगं कुर्वन्ति स्म।

कुल्हस्य पर्यवेक्षणाय प्रबन्धनाय च द्वित्राः जनाः स्थाप्यन्ते स्म येषां कृते ग्रामीणाः जनाः वेतनं यच्छन्ति स्म। सेचनम् अतिरिच्य एतस्मात् कुल्हात् जलस्य भूम्याम् अन्तःस्रवणम् अपि भवति स्म यत् विभिन्नेषु स्थानेषु जलाकरस्य कृते अपि जलं प्रददाति स्म। सर्वकारद्वारा एतेषां कुल्हानाम् अधिग्रहणात् परं एतेषु अधिकाः निष्क्रियाः अभवन् तथा च जलवितरणस्य परस्परं सहभागितायाः पूर्ववत् व्यवस्था अपि समाप्ता अभवत्।

16.3.1 जलबन्धाः

वयं जलबन्धान् किमर्थं निर्मातुम् इच्छामः? विशाले जलबन्धे जलसङ्ग्रहणं पर्याप्तमात्रायां कर्तुं शक्यते यस्य उपयोगः केवलं सेचनार्थम् एव न अपि तु विद्युतः उत्पादनाय अपि क्रियते यस्य विषये भवन्तः गते अध्याये पठितवन्तः सन्ति। इतः निर्गच्छन्त्यः कुल्याः जलस्य विशालमात्रां दूरस्थस्थानपर्यन्तं नयन्ति। उदाहरणार्थम्, इन्दिरागान्धिकुल्यायाः कारणेन राजस्थानस्य बहुविशालक्षेत्रे हरितत्वम् आगतम्। किन्तु जलस्य अनुत्तमप्रबन्धनस्य कारणेन केवलं केषाञ्चत् जनानां लाभप्राप्तेः कारणेन जलप्रबन्धनस्य लाभात् बहवः जनाः वञ्चिताः अभवन्। जलस्य समानं वितरणं नास्ति, अतः जलस्रोतसः समीपे वसन्तः जनाः इक्षुं तथा च धान्यादीन् वपन्ति यत्र जलस्य व्ययः अधिकः भवति तथा च दूरस्थजनानां कृते जलम् एव उपलब्धं न भवति। तेषां जनानां व्यथा इतोऽपि वर्धते तथा च असन्तोषः भवति यर्हि ते जनाः ये जलबन्धस्य तथा च कुल्यायाः निर्माणसमये विस्थापिताः कृताः अपि च तेषां कृते तस्मिन् समये कृताः प्रतिज्ञाः अपि पूर्णाः न कृताः।

विशालजलबन्धानां निर्माणस्य विरोधे उपस्थितानां तेषां कारणानां चर्चां वयं गते अध्याये कृतवन्तः स्मः। गङ्गानद्यां निर्मितः टिहरीजलबन्धः अस्य एकम् उदाहरणम् अस्ति। भवन्तः 'नर्मदां रक्षन्तु आन्दोलनस्य' विषये अपि अवश्यम् एव पठितवन्तः स्युः यस्मिन् नर्मदानद्यां निर्मीयमाणस्य जलबन्धस्य उच्चतायाः वर्धनस्य विरोधः भवति। विशालजलबन्धस्य विरोधे मुख्यतः तिसृणां समस्यानां चर्चा विशेषरूपेण भवति -

(i) सामाजिक्यः समस्याः - यतोहि अस्मात् विशालसङ्ख्यायां कृषकाः आदिवासिनः च विस्थापिताः भवन्ति तथा च प्रतिफलम् अपि न प्राप्नुवन्ति।

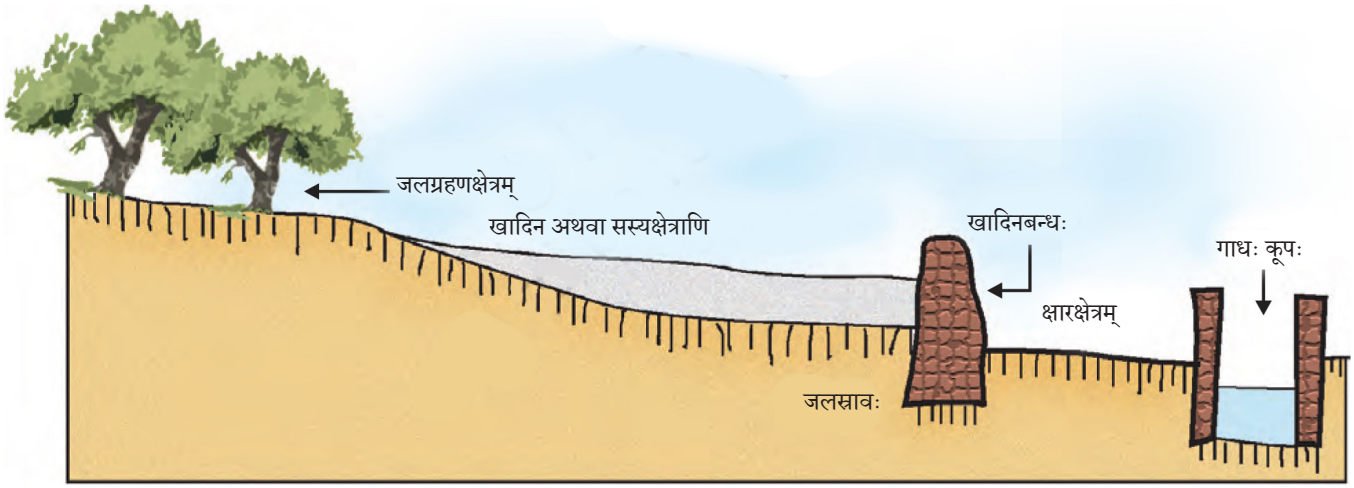
(ii) आर्थिकसमस्याः - यतोहि एतेषु जनतायाः बहु अधिकं धनम् उपयुज्यते तथा च तस्मिन् अनुपाते अपेक्षितः लाभः नास्ति।

(iii) पर्यारणीयाः समस्याः - यतोहि तस्मात् विशालस्तरे वनानां विनाशः भवति तथा च

जैवविविधतायाः क्षतिः भवति । विकासस्य विभिन्नासु परियोजनासु विस्थाप्यमानाः जनाः प्रायः निर्धनाः आदिवासिनः भवन्ति येषाम् एतस्याः परियोजनायाः कोपि लाभः न भवति तथा च ते स्वभूमेः वनात् च च्युताः भवन्ति यस्य क्षतिपूर्तिः अपि समुचिता न भवति। 1970 तमे वर्षे निर्मितस्य तावाजलबन्धस्य विस्थापिताः अधुना अपि तं लाभं प्राप्तुं न शक्ताः यस्य प्रतिज्ञा तैः सह कृता आसीत्।

16.3.2 जलसङ्ग्रहणम्

जलागमस्य प्रबन्धने मृत्तिकायाः तथा च जलस्य संरक्षणे बलं दत्तम् अस्ति। येन जैवमात्रायाः उत्पादने वृद्धिः भवितुं शक्नुयात्। अस्य प्रमुखम् उद्देश्यं भूमेः तथा च जलस्य प्राथमिकस्रोतसां विकासः, द्वितीयकानि संसाधनानि पादपानां तथा च जन्तूनाम् उत्पादनम् अनेन प्रकारेण करणीयं येन पारिस्थितिकस्य असन्तुलनम् उत्पन्नं न भवेत्। जलागमस्य प्रबन्धनं न केवलं जलागमसमुदायस्य उत्पादनं तथा च आयः वर्धते अपि तु शुष्कतां तथा च आप्लावम् अपि शान्तं करोति तथा च अधस्तनजलबन्धानां जलाशयानां सेवाकालम् अपि वर्धयति। अनेकानि सङ्घटनानि प्राचीनकालस्य जलसंरक्षणस्य प्रणालीः पुनर्जीवयितुं संलग्नानि सन्ति याः जलबन्धवत् विशालपरियोजनानां विकल्पाः भवितुं शक्नुवन्ति। एते समुदायाः जलसंरक्षणस्य एतादृशीः शतशः पद्धतीः विकासितवन्तः सन्ति यासां द्वारा पृथिव्यां पततः प्रत्येकं बिन्दोः संरक्षणं कर्तुं शक्यते। यथा लघूनां गर्तानां खननम्, सरोवराणां निर्माणम्, साधारणस्य जलागमस्य स्थापनम्, मृत्तिकायाः लघुजलबन्धस्य निर्माणम्, वालुकायाः तथा च छौरेयस्य सञ्चयनिर्माणं गृहस्य तथा च छदितः जलस्य एकत्र करणम्। अनेन भूगर्भजलस्य स्तरः वर्धते तथा च नद्यः अपि पुनः जीविताः भवन्ति।



चित्रम् 16.3 जलसञ्चयस्य पारम्परिकव्यवस्था खादिनपद्धतेः आदर्शस्य व्यवस्थापनम्।

जलसञ्चयस्य भारते बहु पुरातनी सङ्कल्पना अस्ति। राजस्थाने खादिन, वापी तथा च नाडी, महाराष्ट्रस्य बन्धारसः तथा च तालः, मध्यप्रदेशे उत्तरप्रदेशे च बन्धिस, बिहारे अहारः तथा च पाइन, हिमाचलप्रदेशे कुल्ह, जम्मू इत्यस्य काँदीक्षेत्रे तालाब, तमिलनाडुक्षत्रे एरिस, केरले सुरङ्गम, कर्नाटके कट्टा इत्यादयः प्राचीनाः जलसंङ्ग्रहणस्य तथा च जलपरिवहनस्य संरचनाः अद्यापि उपयोगे सन्ति। (उदाहरणार्थम् 16.3 चित्रं पश्यन्तु)। जलसंङ्ग्रहणस्य

प्रविधयः, स्थानीयाः भवन्ति तथा च अस्य लाभः अपि स्थानीयं/सीमितं क्षेत्रं यावत् भवति। स्थानीयनिवासिनां कृते जलसंरक्षणस्य नियन्त्रणदानात् संसाधनानाम् अकुशलं प्रबन्धनं तथा च अतिदोहनं न्यूनीभवति अथवा पूर्णतः समाप्तम् अपि भवितुं शक्नोति।

विशालसमतले भूभागे जलसङ्ग्रहणस्थलं मुख्यतः अर्धचन्द्राकारमृत्तिकायाः गर्तः अथवा अधस्तनं स्थानम्, वर्ष ऋतौ पूर्णतया पूर्यमाणाः कुल्याः/प्राकृतिके जलमार्गे निर्मिताः रोधकजलबन्धाः ये मूर्तेन अथवा लघुभिः शिलाखण्डैः निर्मिताः भवन्ति। एतेषां लघूनां जलबन्धानाम् अवरोधस्य कारणेन प्रावृट्कालस्य जलेन तडागाः पूर्णाः भवन्ति। विशालेषु जलाशयेषु जलम् आवर्षं भवति। किन्तु लघुजलाशयेषु एतत् जलं षट्सु मासेषु अथवा ततोऽपि न्यूने समये शुष्कं भवति। एतेषां मुख्यम् उद्देश्यं जलस्य सङ्ग्रहणं नास्ति किन्तु जलभौमस्तरे समीकरणम् अस्ति। जलस्य भौमजलस्य रूपेण संरक्षणस्य बहवः लाभाः सन्ति। भौमजलेन अनेके लाभाः सन्ति। एतत् वाष्पः अभूत्वा न गच्छति अपि तु परितः प्रसृतं भवति, विशालक्षेत्रे वनस्पतये आर्द्रतां प्रयच्छति। एतत् अतिरिच्य अनेन मशकानाम् उत्पत्तेः समस्या अपि न भवति। भौमजलं मानवानां तथा च जन्तूनाम् अपशिष्टात् सरोवरेषु तडागेषु स्थितस्य जलस्य विपरीतं प्रदूषणात् सुरक्षितं तिष्ठति।

प्रश्नाः

1. स्वनिवासक्षेत्रं परितः जलसङ्ग्रहणस्य परम्परागतां पद्धतिम् अभिजानन्तु।
2. अस्याः पद्धतेः पेयजलस्य व्यवस्थया (पर्वतीयक्षेत्रेषु, समभूमिक्षेत्रेषु अथवा शैलक्षेत्रेषु) तुलनां कुर्वन्तु।
3. स्वक्षेत्रे जलस्य स्रोतांसि अभिजानन्तु। किम् अस्मात् स्रोतसः प्राप्तं जलं तस्य क्षेत्रस्य सर्वेषां निवासिनां कृते उपलब्धम् अस्ति।

16.4 अङ्गारः तथा च अग्नितैलम्

अस्माभिः कानिचित् स्रोतांसि यथा वनेन वन्यजीवनेन तथा च जलसंरक्षणेन सम्पोषणेन च सम्बद्धाः काश्चन समस्याः चर्चिताः सन्ति। यदि वयम् एतेषां सम्पोषणस्य उपायान् अनुपालयामः तर्हि अनेन अस्माकम् आवश्यकतायाः पूर्तिः अपि भविष्यति। अधुना वयम् इतोऽपि एकस्मिन् महत्त्वपूर्णे संसाधने जीवाश्मीयस्य ईन्धनस्य अर्थात् अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य विषये चर्चां करिष्यामः यत् ऊर्जायाः प्रमुखस्रोतः अस्ति। औद्योगिकक्रान्त्याः समयात् वयम् उत्तरोत्तरम् अधिकाम् ऊर्जां व्ययीकुर्मः। अस्याः ऊर्जायाः प्रयोगं वयं दैनिक-ऊर्जा-आवश्यकतायाः पूर्त्यर्थं तथा च जीवनोपयोगिपदार्थानाम् उत्पादनार्थं कुर्मः। ऊर्जया सम्बद्धाम् एताम् आवश्यकतां वयम् अङ्गारात् अग्नितैलात् च प्राप्नुमः।

एतेषाम् ऊर्जास्रोतसां प्रबन्धनम् अन्येषां संसाधनानाम् अपेक्षया कयाचित् भिन्नया पद्धत्या क्रियते। अग्नितैलं तथा च अङ्गारः लक्षशः वर्षेभ्यः पूर्वं जीवानां जैवमात्रायाः अपघटनात् प्राप्यते। अतः वयं यावत्या अपि सावधानतया एतेषाम् उपयोगं कुर्मः तथापि एतानि स्रोतांसि भविष्ये समाप्तानि भविष्यन्ति। अतः तदा अस्माभिः ऊर्जायाः वैकल्पिकानां स्रोतसाम् अन्वेषणस्य आवश्यकता भविष्यति। एतानि संसाधनानि यदि वर्तमानेन मानेन प्रयुज्यन्ते तर्हि

एतानि कियत्कालं यावत् उपलब्धानि भविष्यन्ति, अस्मिन् विषये विभिन्न-आकलनस्य आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् अस्माकम् अग्नितैलस्य संसाधनानि प्रायः 40 वर्षेषु तथा च अङ्गाराः 200 वर्षाणि यावत् उपलब्धाः भवितुं शक्नुवन्ति।

किन्तु यदा वयम् अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य व्ययविषये विचारं कुर्मः तदा ऊर्जायाः अन्यस्रोतसां विषये विचारस्य निश्चितः एकः एव आधारः नास्ति। यतोहि अङ्गारः तथा च अग्नितैलं जैवमात्रया निर्मिताः भवन्ति येषु कौकिलीयम् अतिरिच्य उदजनवायुः, भूयातिः तथा च गन्धकः अपि भवति। यदा एतान् ज्वालयामः तदा अङ्गाराम्लवायुः, जलं, भूयातेः जारेयं तथा च गन्धकस्य जारेयं निर्मितं भवति । अपर्याप्तवायौ ज्वालनेन अङ्गाराम्लवायोः स्थाने कार्बन मोनोऑक्साइड निर्मितं भवति। एतेषु उत्पादेषु भूयातेः तथा च गन्धकस्य जारेयं तथा च कार्बन मोनोऑक्साइड विषवाताः सन्ति तथा च अङ्गाराम्लवायुः हरितगृहस्य वातः अस्ति। अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य विषये विचारस्य एकः अन्यः दृष्टिकोणः एषः अपि अस्ति यत् एते कौकिलीयस्य महान्तः निधयः सन्ति, यदि अस्य सम्पूर्णमात्रायाः कौकिलीयस्य ज्वालनेन अङ्गाराम्लवायौ परिवर्तनं भवति तर्हि वायुमण्डले अङ्गाराम्लवायोः मात्रा अधिका भविष्यति येन तीव्रा वैश्विक-उष्मीकरणस्य सम्भावना अस्ति। अतः एतेषां स्रोतसां समुचित-उपयोगस्य आवश्यकता अस्ति।

क्रियाकलापः 16 10

- अङ्गारस्य उपयोगः तापीयविद्युतः गृहेषु तथा च अग्नितैलस्य उत्पादनेषु यथा पीडाज्वालस्य तथा च अग्नितैलस्य परिवहनस्य विभिन्नेषु साधनेषु - यन्त्रवाहने, जलयाने, विमाने च उपयोगः क्रियते। अद्यतने युगे विद्युत्साधनेषु तथा च यातायाते विद्युतः प्रयोगं विना जीवनस्य कल्पना अपि कर्तुं न शक्यते। अतः किं भवन्तः काञ्चित् तादृशीं युक्तिं चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यया अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य उपयोगः न्यूनीकर्तुं शक्येत।

कैश्चित् सरलैः विकल्पैः अस्माकम् ऊर्जायाः व्यये भिन्नता भवितुं शक्नोति। प्रतिमानस्य लाभस्य, हानेः तथा च पर्यावरणस्य आनुकूल्ये विचारं कुर्वन्तु ;

(i) लोकयाने यात्रा, स्वकीयं वाहनं प्रयोक्तव्यम् अथवा पदात्या/द्विचक्रिकया गन्तव्यम्।

(ii) स्वगृहेषु गोलदीपस्य, फ्लोरोसेण्टनलिकायाः प्रयोगः।

(iii) उन्नयिन्याः प्रयोगः अथवा सोपानानाम् उपयोगः।

(iv) शीतकाले अतिरिक्तस्य एकस्य स्वेदकस्य धारणम् अथवा उष्मीकरण्याः (सिगडी) इत्यस्य वा उपयोगः।

अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलस्य उपयोगः अस्माकं यन्त्राणां दक्षताम् अपि आश्रयति। यातायातस्य साधनेषु सामान्यतः आन्तरिकदहनयन्त्रस्य उपयोगः भवति। अद्यत्वे अनुसन्धानम् अस्मिन् विषये केन्द्रितम् अस्ति यत् एतेषु ईन्धनस्य पूर्णं दहनं केन प्रकारेण निश्चेतुं शक्यते येन एतेषां दक्षता अपि वर्धेत तथा च वायुप्रदूषणम् अपि न्यूनीकर्तुं शक्येत।

क्रियाकलाप: 16 11

- भवन्तः वाहनेभ्यः निर्गच्छतां वातानां यूरो-1 तथा च यूरो-2 मानकस्य विषये तु अवश्यम् एव श्रुतवन्तः स्युः। परिज्ञानं कुर्वन्तु यत् एतानि मानकानि वायुप्रदूषणं न्यूनीकर्तुं केन प्रकारेण सहायकानि सन्ति?

16.5 प्राकृतिकसंसाधनप्रबन्धनस्य दृश्यावलोकनम्

प्राकृतिकसंसाधनानां संपोषितं प्रबन्धनम् एकं कठिनं कार्यम् अस्ति। एतस्मिन् विचारं कुर्तुम् अस्माभिः स्वच्छमस्तिष्केण सर्वेषां पक्षाणाम् आवश्यकताः अवधेयाः भविष्यन्ति । अस्माभिः एतत् मन्तव्यम् एव भविष्यति यत् जनाः स्वस्य हितार्थं प्राथमिकतां दातुं बहु प्रयासं करिष्यन्ति। एतां वास्तविकतां जनाः शनैः शनैः अङ्गीकृतवन्तः यत् केषाञ्चन जनानां स्वार्थं बहूनां जनानां दुःखस्य कारणं भवितुं शक्नोति तथा च अस्माकं पर्यावरणस्य सम्पूर्णः विनाशः अपि सम्भवति। विधिभिः, नियमैः तथा च विनियमैः अग्रे अस्माकं वैयक्तिक्यः तथा च सामूहिक्यः आवश्यकताः न्यूनीकरणीयाः भविष्यन्ति येन विकासस्य लाभं सर्वे तथा च सर्वाः आगामिसन्ततयः प्राप्तुं शक्नुयुः।

भवन्तः किं शिक्षितवन्तः

- अस्माकं संसाधनानि यथा – वनस्य, वन्यजीवनस्य, अङ्गारस्य तथा च अग्नितैलादीनां सम्पोषितरूपेण उपयोगकरणस्य आवश्यकता अस्ति।
- न्यून-उपयोगस्य, पुनरुपयोगस्य तथा च पुनश्चक्रणस्य नीतिं विज्ञाय वयं पर्यावरणे जायमानाः प्रबलताः न्यूनीकर्तुं शक्नुमः।
- वनसम्पदः प्रबन्धनं सर्वेषां हितं ध्यात्वा करणीयम्।
- जलसंसाधनानां सङ्ग्रहणाय जलबन्धानां निर्माणे सामाजिक्यः आर्थिक्यः पर्यावरणीयाः समस्याः च आगच्छन्ति। विशालजलबन्धानां विकल्पः अस्ति। एतत् स्थानं/क्षेत्रं विशिष्टम् अस्ति तथा च एतेषां विकासः कर्तुं शक्यते येन स्थानीयेभ्यः जनेभ्यः तेषां क्षेत्रस्य दायित्त्वं दातुं शक्येत।
- जीवाश्मीयम् ईन्धनं, यथा अङ्गारः तथा च अग्नितैलम्, अन्ततः समाप्तं भविष्यति। एतेषां परिमाणं सीमितम् अस्ति तथा च एतेषां दहनेन पर्यावरणं प्रदूषितं भवति, अतः अस्माभिः एतानि संसाधनानि विवेकेन उपयोक्तव्यानि।

अभ्यासः

1 स्वगृहं पर्यावरणस्य मित्रं कर्तुं भवन्तः तस्मिन् कानि कानि परिवर्तनानि सूचयितुं शक्नुवन्ति?

2 किं भवन्तः स्वस्य विद्यालये कानिचित् परिवर्तनानि सूचयितुं शक्नुवन्ति येन एतं पर्यावरणस्य अनुगुणं कर्तुं शक्नुयाम।

3 अस्मिन् अध्याये वयं दृष्टवन्तः यत् वनानां तथा च वन्यजन्तूनां विषये चर्चां कुर्मः चेत् प्रधानाः भागग्रहीतारः ज्ञायन्ते। एतेषु कस्मै वनोत्पादस्य प्रबन्धनाय निर्णयस्य कृते अधिकारः दातुं शक्यते? भवन्तः किमर्थम् एवं चिन्तयन्ति?

4 एकाकिजनस्य रूपेण भवान् निम्ने प्रबन्धने किं योगदानं दातुं शक्नोति। (क) वनानि तथा च वन्यजन्तवः (ख) जलस्रोतांसि (ग) अङ्गारः तथा च अग्नितैलम्?

5 एकाकिजनस्य रूपेण भवान् विभिन्नानां प्राकृतिक-उत्पादानां व्ययं न्यूनीकर्तुं किं कर्तुं शक्नोति?

6 निम्नेन सम्बद्धानि एतादृशानि पञ्च कार्याणि लिखन्तु यानि भवन्तः गते सप्ताहे कृतवन्तः-

(a) स्वप्राकृतिकसंसाधनानां संरक्षणम्।

(b) स्वप्राकृतिकसंसाधनेषु प्रबलता इतोऽपि वर्धिता अस्ति।

7 अस्मिन् अध्याये उपस्थापितानां समस्यानाम् आधारेण भवन्तः स्वजीवनशैल्यां कानि परिवर्तनानि आनेतुम् इच्छन्ति येन अस्माकं संसाधनानां सम्पोषणानि प्रोत्साहितानि भवेयुः।

उत्तरमाला

प्रथमः अध्यायः

1. (i) 2. (d) 3. (a)

द्वितीयः अध्यायः

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)

तृतीयः अध्यायः

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (c)

चतुर्थः अध्यायः

1. (b) 2. (c) 3. (b)

पञ्चमः अध्यायः

1. (c) 2. (b)

षष्ठः अध्यायः

1. (c) 2. (a) 3. (d) 4. (b)

सप्तमः अध्यायः

1. (d) 2. (b) 3. (d)

अष्टमः अध्यायः

1. (b) 2. (c) 3. (d)

नवमः अध्यायः

1. (c) 2. (d) 3. (a)

दशमः अध्यायः

1. (d) 2. (d) 3. (b)
4. (a) 5. (d) 6. (b)

7. दूरता 15 cm तः न्यूना, आभासी, विवर्धितः

9. आम्

10. वीक्षेण 16.7 cm अपरं भागं प्रति, 3.3 cm, बिम्बात् लघु, वास्तविकम्, विपरीतम्

11. 30 cm

12. 6.0 cm, दर्पणस्य पृष्ठतः, आभासी, ऋजुः

13. m = 1 दर्शयति यत् समतलदर्पणे प्रतिबिम्बम्, बिम्बस्य आकारेण समं भवति। m इत्यस्य धनात्मकं चिह्नं दर्शयति यत् प्रतिबिम्बम् आभासि ऋजु च अस्ति।

14. 8.6 cm, दर्पणस्य पृष्ठतः, आभासी, ऋजुः, 2.2 cmस बिम्बात् लघु

15. बिम्बं प्रति 54 cm, 14 cm, आवर्धितम्, वास्तविकम्, विपरीतम्

16. - 0.50 m, अवतलवीक्षः

17. + 0.67 m, अभिसारी वीक्षः

एकादशः अध्यायः

1. (b) 2. (d) 3. (c) 4. (c)
5. (a) – 0.18 m, (b) + 0.67 m
6. अवतलवीक्षः – 1.25 D
7. उत्तलवीक्षः + 3.0 D

द्वादशः अध्यायः

1. (d) 2. (b) 3. (d) (c)
5. समान्तरम् 6. 122.7 m, गुणितम्
7. 3.33 Ω 8. 4.8 क Ω 9. 0.67 A
10. 4 प्रतिरोधकाः 12. 110 गोलदीपाः
13. (i) 8 W, (ii) 8 W
15. 0.73 A
16. 250 W टी.वी.सेट 1 घण्टायाम्
17. 120 W
18. (b) मिश्रातोः उच्चप्रतिरोधकता
    (d) व्युत्क्रमानुपाती

त्रयोदशः अध्यायः

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (d) 5. (c)
6. (a) असत्यम् (b) सत्यम् (c) सत्यम् (d) असत्यम्
10. ऊर्ध्वाधरः अधोमुखी
13. (i) सूच्याः दिशि क्षणिकगतिं करिष्यति।
    (ii) सूच्याः (i) विपरीतदिशि क्षणिकगतिं करिष्यति।
    (iii) सूच्यां कोऽपि विशेषः दृष्टः न भविष्यति।
14. आम्
15. (a) दक्षिणहस्त-अङ्गुष्ठनियमः, (b) फ्लेमिंग इत्यस्य वामहस्तनियमः, (c) फ्लेमिंग इत्यस्य दक्षिणहस्तनियमः

चतुर्दशः अध्यायः

1. (b) 2. (c) 3. (c)

पञ्चदशः अध्यायः

1. (a), (c), (d) 2. (b) 3. (d)

पारिभाषिक शब्दावली

हिन्दी	आङ्ग्लम्	संस्कृतम्
अंडकोशिका	Egg cell	अण्डकोशिका
अंडवाहिनी	Oviduct	अण्डवाहिनी
अंडाशय	Ovary	अण्डाशयः
अंतर्जनन	Unbreeding	अन्तर्जननम्
अंतरापृष्ठ	Interface	अन्तःस्वरुपम्
अक्रिय	Inert	अक्रियः
अक्रिय गैस	Inert gas	अक्रियवातः
अक्षय	Inexhaustible	अक्षयः
अग्न्याशय	Pancreas	अग्न्याशयः
अग्निशामक	Fire extinguisher	अग्निशामकः
अग्र मस्तिष्क	Fore brain	अग्रमस्तिष्कम्
अजैव निम्नीकरणीय	Abiodegradation	अजैव-निम्नीकरणम्
अति भारण	Over loading	अतिभारणम्
अतिशय रूप में	Exceptionally	अतिशयरूपेण
अर्ध प्रवाह	d/s (downstream)	अर्धप्रवाहः
अधात्विक	Non-metalic	अधात्विकम्
अनवीकरणीय	Non- renewable	अनवीकरणीयम्
अनुपचारित वाहित मल	Untreated Sewage	अनुपचारितं वाहितं मलम्
अनुक्रिया	Response	अनुक्रिया
अनुशिथिलन	Disastole	अनुशिथिलनम्
अनुदैर्घ्य	Longitudinal	अनुदैर्घ्यम्
अनुप्रस्थ	Transverse	अनुप्रस्थः
अनुमस्तिष्क	Cerebellum	अनुमस्तिष्कम्
अनुरक्षण	Maintenance	अनुरक्षणम्
अनुलग्न	Prefix	अनुलग्नम्
अनुशंसित	Recommendation	अनुशंसितम्
अन्योन्याश्रित	Interdependent	अन्योन्याश्रितम्
अपक्षयन	Depletion	अपक्षयणम्
अपघटक	Decomposers	अपघटकः
अपघटन	Decomposition	अपघटनम्
अपच	Indigestion	अजीर्णम्
अपचयन	Reduction	अपचयनम्
अपद्रव्य	Impurity	अपद्रव्यम्
अपमार्जक	Detergent	अपमार्जकः

अपवर्त	Refract	अपवर्तः
अपवर्तन	Refraction	अपवर्तनम्
अपवर्तनांक	Refractive index	अपवर्तनाङ्कः
अपवर्तित किरण	Refracted ray	अपवर्तितः किरणः
अपशिष्ट	Waste	अपशिष्टः
अपसारी	Diverging	अपसारी
अपारदर्शी	Opaque	अपारदर्शी
अपोहन	Dialysis	अपोहनम्
अप्रभावी लक्षण	Recessive traits	अप्रभावि लक्षणम्
अभिकल्प	Design	अभिकल्पः
अभिकारक	Reactant	अभिकारकम्
अभिक्रियाशीलता	Activity	अभिक्रियाशीलता
अभिनेत्र लेंस	Eye lens	अभिनेत्रवीक्षः
अभिलक्षण	Characteristic	अभिलक्षणम्
अभिसारी	Converging	अभिसारी
अम्लीय	Acidified	अम्लीयम्
अयस्क	Ore	घनायस्कः
अलिंद	Atrium	अलिन्दः
अल्पवर्धित आँख	Rudimentary eye	अल्पवर्धितं नेत्रम्
अवक्षेप	Precipitate	अवक्षेपः
अवक्षेपण अभिक्रिया	Precipitation reaction	अवक्षेपण-अभिक्रिया
अवतल	Concave	अवतलम्
अविरोध	Consistency	अविरोधः
अविरोधिनी पेशी	Sphincter muscles	अविरोधिनी पेशी
अविलेय	Insoluble	अविलेयम्
अष्टक	Octet/Octave	अष्टकम्
असंक्षारक क्षारक	Non-Corrosive base	असंक्षारकः क्षारः
असंतृप्त	Unsaturation	असन्तृप्तः
असत्य/अप्रमाणित	Disprove	अस्तेयम्/अप्रमाणितम्
आँख	Eye	नेत्रम्
ऑक्सीकरण,उपचयन	Oxidation	ऑक्सीकरणम्, उपचयनम्
आर्गन	Argon	मन्दातिः
आघातवर्ध्यता	Malleability	आघातवर्ध्यता
आँतरोष्मि	Endothermic	ऊष्माशोषी
आँत्र रस	Intestine juice	अन्त्ररसः
आर्द्र	Humid/Moisture	आर्द्रम्

आनुवंशिकता	Heredity	आनुवंशिकता
आनुवंशिक पदार्थ	Genetic material	आनुवंशिकपदार्थः
आपतित किरण	Incident ray	आपतितः किरणः
आभासी	Virtual	आभासी
आमाशय	Stomach	आमाशयः
आयोडीन	Iodine	जम्बुकी
आवर्त	Periodic	आवर्तः
आवर्त नियम	Periodic law	आवर्तनियमः
आवर्धित	Magnified	आवर्धितः
आवेश	Charge	आवेशः
आवृत्ति	Frequency	आवृत्तिः
आहार जाल	Food web	आहारजालम्
आहार शृखंला	Food chain	आहारशृखंला
इंद्रधनुष	Rainbow	इन्द्रधनुः
इत्र	Essence	द्रवः
उत्कृष्ट गैस	Noble gas	उत्कृष्टवातः
उच्च रक्तचाप	Hypertension	उच्चरक्तचापः
उत्तरजीविता	Survival	अतिजीवनम्
उत्तल	Convex	मध्योन्नतम्
उत्सर्जन	Excretion	उत्सर्जनम्
उत्पादक	Producers	उत्पादकाः
उदासीन तार	Neutral wire	उदासीनतन्त्री
अभिक्रिया	Redox reaction	अभिक्रिया
उदासीनीकरण	Neutralisation	उदासीनीकरणम्
उद्दीपन	Stimulus	उद्दीपनम्
उत्प्रेरक	Catalyst	उत्प्रेरकः
उपभोक्ता	Consumers	उपभोक्तारः
उपस्कर	Equipment	उपस्करः
उपोत्पाद	By products	उपोत्पादाः
उभयधर्मी	Amphoteric	उभयधर्मी
ऊर्ध्व प्रवाह उपचयन/अपचयन		u/s (Upstream)
ऊर्ध्वप्रवाह-उपचयनम्/अपचयनम्		
ऊष्माक्षेपी	Exothermic	ऊष्माक्षेपी
ऊष्मायन	Incubation	अण्डपोषणम्
ऊष्मारोधन	Insulation	ऊष्मारोधनम्
ऊष्माशोषी	Endothermic	ऊष्माशोषी

एककोशिक	Unicellular	एककोशिकः
एकल कृषि	Monoculture	एकलकृषिः
एस्टरीकरण	Esterification	एस्टरीकरणम्
ऐंटैसिड	Antacid	प्रत्यम्लम्
ऐलुमिनियम	Aluminium	स्फटयातुः
कंठ	Larynx	कण्ठः
कठोरता	Hardness	कठोरता
कड़वा	Bitter	कटुता
कर्णपालि	Earlobe	कर्णपालिः
काचाभ द्रव	Vitreous humour	काचाभद्रवः
कार्नियॉ अंधता	Corneal blindness	कार्निया-अन्धता
कायिक प्रवर्धन	Vegetative propagation	कायिकप्रवर्धनम्
किण्वन	Fermentation	किण्वनम्
क्रिस्टलीय लेंस	Crystalline lens	माणभीयवीक्षः
कुसंक्रिया	Malfunction	कुसंक्रिया
कूपिका	Alveoli	कूपिका
कैल्सियम	Calcium	छौरेयम्
कोबाल्ट	Cobalt	केत्वातुः
कोश	Shell	कोशः
कोशिकागुच्छ	Glomerulus	कोशिकागुच्छः
क्लोरीन	Chlorine	नीरजी
क्षति	Damage	क्षतिः
क्षतिग्रस्त	Damaged	क्षतिग्रस्तः
क्षय	Decay	क्षयः
क्षार	Alkali	क्षारः
क्षारीय	Alkaline	क्षारीयः
क्षुद्रान्त	Intestine	क्षुद्रान्तः
खंडन	Fragmentation	खण्डनम्
खनिज	Mineral	शिलाजः
गंधीय	Olfactory	गन्धीयम्
गर्भाशय	Uterus	गर्भाशयः
गुच्छ	Cluster	गुच्छः
गुणधर्म	Properties	गुणधर्मः
गुदाद्वार	Anus	पायुः
ग्रासिका	Oesophagus	अन्ननालः
गर्भाशयग्रीवा	Cervix	गर्भाशयग्रीवा

गुणसूत्र	Chromosome	गुणसूत्रम्
गोलीय दर्पण	Spherical mirror	गोलीयदर्पण:
घ्राणग्राही	Smell receptor	घ्राणग्राही
चक्रण	Cycle	चक्रणम्
चतु:संयोजक	Tetravalent	चतु:संयोजकम्
चमक	Glitter	आभा
चमकना	Sparkle	प्रकाश:
चश्मा	Spectacles	उपनेत्रम्
चालक	Conductor	चालक:
चित्रित	Depict	चित्रितम्
चुंबकन	Magnetisation	चुम्बकीकरणम्
चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ	Magnetic field lines	चुम्बकीयक्षेत्ररेखा:
चुंबकीय अनुनाद	Magnetic	चुम्बकीय-अनुनाद:
प्रतिविम्बन	Resonance Imaging (MRI)	प्रतिबिम्बनम्
छानना	Filter	शोधनम्
छितरावक	Sprinkler	सिञ्चनी
जंग	Rust	मुञ्ज:
जठर ग्रन्थि	Gastric gland	जठरग्रन्थि:
जठर रस	Gastric juice	जठररस:
जनन	Reproduction	प्रजननम्
जरा दूर दृष्टिता	Presbyopia	जरा दूरदर्शिता
जल-जीवशाला	Aquarium	जल-जीवशाला
जल-भीति	Rabies	जलभीति:
जलना	Glow	दीप्ति:
जलन	Irritation	विमर्ष:
जलीय विलयन	Aquarium solution	जलीयविलयनम्
जलरागी	Hydrophilic	जलरागी
जलविरागी	Hydrophobic	जलविरागी
जल विद्युत संयन्त्र	Hydro power plant	जलविद्युत्-संयन्त्रम्
जलाशय	Reservoir	जलाशय:
जाति उद्भव	Speciation	जाति-उद्भव:
जिह्वा	Tongue	जिह्वा
जीव	Organism	जीव:
जीवाश्म	Fossil	जीवाश्म:
जीवाष्मी ईंधन	Fossil fuel	जीवाष्मि ईंधनम्
जैव-आवर्धन	Biological magnification	जैव-आवर्धनम्

जैव उत्प्रेरक	Biocatalyst	जैव-उत्प्रेरकम्
जैव-निम्नीकरण	Biodegradation	जैवनिम्मीकरणम्
जैव प्रक्रम	Life process	जैवप्रक्रमः
जैव मात्रा	Biomass	जैवमात्रा
ज्वार भाट्टा	Tides	समुद्रवेला
ज्वारीय ऊर्जा	Tidal Energy	समुद्रवेला-ऊर्जा
टिमटिमाना	Twinkle	संस्फुरणम्
डंकमारा	Stung	विद्धम्
डाबेराइनर	Dobereiner	
तंडु	Nozzle	तण्डुः
तंत्रिका	Nerve	धमनिः
तंत्रिका आवेग	Nerve impulse	तन्त्रिकावेगः
तंत्रिकाक्ष	Axon	तंत्रिकाक्षः
तकनीक	Technique	तन्त्रम्
तत्त्व	Element	तत्त्वम्
तनिका/मस्तिष्कावरण शोथ	Meningitis	मस्तिष्कज्वरः
तन्यता	Ductility	तन्यता
तरंग ऊर्जा	Wave Energy	तरङ्ग-ऊर्जा
तापीय विद्युत संयन्त्र	Thermal power plant	तापीयविद्युत्-संयन्त्रम्
तीव्र ल्युकीमिया	Acute leukaemia	तीव्र-अधिश्वेत-रक्तता
त्रिआयामी	Three-dimensional	त्रिविमीयम्
त्रिक	Triad	त्रिकम्
त्रिज्या	Radius	त्रिज्या
त्रिविम चाक्षुकी	Stereopsis	त्रिविमचाक्षुकी
दक्षता	Efficiency	दक्षता
दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम	Right hand thumb rule	दक्षिणहस्त-अङ्गुष्ठनियमः
दर्पण	Mirror	दर्पणः
दहन	Combustion	दहनम्
दानेदार	Granulated	दृढगात्रिका
दावेदार	Stakeholder	पणधारकः
दिक्परिवर्तक	Commutation	दिक्परिवर्तकः
दिक्सूचक यंन्त्र	Magnetic compass	दिक्सूचकयन्त्रम्
दिक्सूची	Magnetic needle	दिक्सूची
दिष्ट धारा	Direct current	दिष्टधारा
दीर्घरोम	Villi	दीर्घरोम
दुर्भिक्ष	Famine	दुर्भिक्षम्

दूरदृष्टि	Myopia	दूरदृष्टिः
दूर बिन्दु	Far point	दूरबिन्दुः
दृक् तंत्रिका /चक्षुक तंत्रिका	Optic nerve	दृक्तन्त्रिका/चतुस्तन्त्रिका
दृढ संरचना	Rigid structure	दृढसंरचना
दृष्टि क्षेत्र	Field of view	दृष्टिक्षेत्रम्
दृष्टिपटल	Retina	दृष्टिपटलम्
द्वारक	Aperture	द्वारकम्
द्विखंडन	Binary fission	द्विखण्डनम्
द्विपरमाणु	Diatomic	द्विपरमाणुकम्
द्विफोकसी लेंस	Bio-Focal lens	द्वि-प्रकाशी वीक्षः
द्वि-विस्थापन अभिक्रिया	Double displacement reaction	द्विविस्थापन-अभिक्रिया
द्रुमिका	Dendrite	द्रुमिका
धमनी	Artery	धमनी
धनुस्तम्भ	Tetanus	धनुस्तम्भः
धात्विक	Metallic	धात्विकम्
धारा अनुमातांक	Current rating	धारातुलनाङ्कः
धारा नियन्त्रक	Rheostat	धारानियन्त्रकः
धारावाही	Current carrying	धारावाही
ध्रुव	Pole	ध्रुवः
नवीकरणीय	Renewable	नवीकरणीयम्
नवोद्भिद	Seedling	नवोद्भिदः
नाभिकीय	Nuclear	नाभिकीयम्
नाभिकीय रिएक्टर	Nuclear reactor	नाभिकीय-प्रतिघातकम्
निआँन	Neon	शिथिरातिः
निकट दृष्टि	Hypermetropia	निकटदृष्टिः
निकट बिन्दु	Near point	निकटबिन्दुः
निकेत	Niche	आवासः
निकेल	Nickel	रूपकम्
निर्गत किरण	Emergent ray	निर्गतकिरणः
नेत्र	Eye	नेत्रम्
नेत्र गोलक	Eyeball	नेत्रगोलकम्
नेत्रोद	Aqueous humour	नेत्रोदः
नींबू का रस	Lemon juice	निम्बुकरसः
निलय	Ventricle	निलयः
निषेचन	Fertilisation	निषेचनम्
निष्कर्ष	Interference	निष्कर्षः

निष्कर्षण	Extraction	निष्कर्षणम्
निस्तापन	Calcination	निस्तापनम्
निस्यंदन	Filtration	निस्यन्दनम्
पंखुडी	Petal	दलम्
पक्षमाभी पेशियाँ	Ciliary muscles	पक्षमाभीपेश्यः
पदार्थ	Substances	पदार्थः
परमाणु द्रव्यमान	Atomic mass	परमाणुद्रव्यमानम्
परमाणु संख्या	Atomic number	परमाणुसंख्या
परमाणु साइज	Atomic size	परमाणु-आकारः
पराग कण	Pollen grain	परागकणः
परागण	Pollination	परागणः
पराग कोश	Anther	परागकोशः
पर परागण	Cross pollination	परपरागणः
परावर्तन	Reflection	परावर्तनम्
परावर्तित किरण	Reflected ray	परावर्तितः किरणः
परासरण	Osmosis	परासरणम्
परिकलन	Calculation	परिकलनम्
परिक्षेपित	Splitting	परिक्षेपितम्
परिघटना	Phenomenon	परिघटना
परितारिका	Iris	परितारिका
परिनालिका	Solenoid	परिनालिका
परिपथ	Circuit	परिपथः
परिपाटी	Convention	नियमः
परिवर्त	Variants	परिवर्तः
परिवर्धन	Development	परिवर्धनम्
परिवर्णी शब्द	Acronym	परिवर्णी शब्दः
परिशोषिका	Appendix	परिशोषिका
परिष्करण	Refining	परिष्करणम्
परिष्कृत	Sophisticated	परिष्कृतम्
पर्यावरण	Environment	पर्यावरणम्
पवन	Wind	पवनः
पश्च दृश्य दर्पण	Rear view mirror	पश्चदृश्यदर्पणः
पश्च मस्तिक	Hind brain	पश्चमस्तिष्कम्
पाचन	Digestion	पाचनम्
पारंपरिक	Conventional	पारम्परिकम्
पारगत	Transmitted	पारगतम्

पारगमन	Transmission	पारगमनम्
पारदर्शी	Transparent	पारदर्शी
पारितंत्र	Eco-system	पारितन्त्रम्
पाश	Loop	पाशः
पारिस्थितिक	Ecological	पारिस्थितिकम्
पारिस्थितिक तंत्र	Eco-system	पारिस्थितिकतन्त्रम्
पार्श्व	Side	पार्श्वम्
पार्श्व परिवर्तन	Lateral inversion	पार्श्वपरिवर्तनम्
पार्श्व संयोजन	Parallel combination	पार्श्वसंयोजनम्
पिटवा	Wrought	विनिर्मितम्
पित्ताशय	Gallbladder	पित्ताशयः
पित्त रस	Bile juice	पित्तरसः
पीडाहारी	Analgesic	पीडाहारी
पुंकेसर	Stamen	पुंकेसरः
पुतली	Pupil	कनीनिका
पुनर्भरण	Feedback	पुनर्भरणम्
पुनरुद्भवन,पुनर्जनन	Regeneration	पुनरुद्भवनम्, पुनर्जननम्
पुनर्वशोषण	Reabsorption	प्रलयः
पुनः क्रिस्टलीकरण	Recrystallisation	पुनः माणभीकरणम्
पूर्वलग्न	Suffix	पूर्वलग्नम्
पौध घर	Green house	हरितगृहम्/पादपगृहम्
पोटैशियम	Potassium	दहातुः
पोषण	Nutrition	पोषणम्
पोषी-स्तर	Trophic level	पोषी स्तरः
प्रकुंचन	Systole	प्रकुञ्चनम्
प्रक्रम	Process	प्रक्रमः
प्रकाश का परिक्षेपण	Dispersion of light	प्रकाशस्य परिक्षेपणम्
प्रकाशसंश्लेषण	Photo synthesis	प्रकाशसंश्लेषणम्
प्रकाश सुग्राही कोशिका	Light sensitive cell	प्रकाशसुग्राहिकोशिका
प्रकाशिक	Optical	प्रकाशिकम्
प्रकाशिकी	Optics	प्रकाशिकी
प्रकीर्णन	Scattering	प्रकीर्णनम्
प्रचुर	Abundance	प्रचुरम्
प्रतिकृति	Copy	प्रतिकृतिः
प्रतिरूप	Copies	प्रतिरूपम्
प्रतिबिम्ब	Image	प्रतिबिम्बम्

प्रतिजैविक	Antibiotics	प्रतिजैविकम्
प्रतीक	Symbol	प्रतीकम्
प्रतिरोध	Resistance	प्रतिरोधः
प्रतिरोधी	Antiseptic	प्रतिरोधकः
प्रतिरोधकता	Resistivity	प्रतिरोधकता
प्रतिवर्ती क्रिया	Reflex action	प्रतिवर्तिक्रिया
प्रतिवर्ती चाप	Reflex arc	प्रतिवर्ती चापः
प्रत्यारोपण	Transplantation	प्रत्यारोपणम्
प्रत्यावर्ती धारा	Alternating current	प्रत्यावर्तिधारा
प्रदीप्ति	Illumination	प्रदीप्तिः
प्रबंधन	Management	प्रबंधनम्
प्रभावी लक्षण	Dominant traits	प्रभावि लक्षणम्
प्रमस्तिष्क	Cerebrum	प्रमस्तिष्कम्
प्रयोज्य(निवर्तनीय)	Disposable	प्रयोज्यम् (निवर्तनीयम्)
प्रवृत्ति	Tendency	प्रवृत्तिः
प्राचल	Parameter	प्राचलः
प्राकृतिक चयन	Natural selection	प्राकृतिकं चयनम्
प्रेक्षण	Observation	प्रेक्षणम्
प्लग कुंजी	Plug key	निगकुञ्चिका
फुलरेन	Fullerenes	
फुस्फुस	Lungs	फुप्फुसः
फुस्फुस शिराएँ	Pulmonary veins	फुप्फुससिराः
फेरे	Turns	परिवर्तनम्
फोकस दूरी	Focal length	
फ्लुओरिन	Fluorine	
फ्लेमिंग का वाम	Fleming's left	
हस्त नियम	Hand rule	हस्तनियमः
बहुकोशिक	Multicellular	बहुकोशिकः
बहुखंडन	Multiple fission	बहुखण्डनम्
बंध्य पुष्प	Sterile flower	बन्ध्यपुष्पम्
बाह्य दल	Sepal	बाह्यदलम्
बिंब	Object	बिम्बः
बीजांड	Ovule	बीजाण्डम्
बीजाणु	Spore	बीजाणुः
बुद्बुदाहट	Effervescence	बुद्बुदाभासः
बुभुक्षण	Starvation	बुभुक्षणम्

बुलबुला	Bubble	बुद्बुदः
बृहदान्त्र	Colon	बृहदान्त्रम्
बेरियम	Barium	हरिजा
बोमन संपुट	Bowmen's capsule	बोमनसम्पुटम्
बोरॉन	Boron	टांकणम्
ब्रोमीन	Bromine	दुराघ्री
भर्जन	Roasting	भर्जनम्
भूतापीय ऊर्जा	Geothermal energy	भूतापीय-ऊर्जा
भूरा लाल	Reddish brown	पिङ्गलम्
भू-पर्पटी	Earth crust	भूपर्पटी
भू-संपर्क तार	Earth wire	भूसम्पर्कतन्त्री
भ्रूण	Embryo	भ्रूणः
मधुमक्षी का डंक	Bee-sting	मधुमक्षिकादंशः
मध्य-मस्तिष्क	Midbrain	मध्य-मस्तिष्कम्
मरूद्भिद	Xerophyte	मरुद्भिदः
मलिन	Tarnish	मलिनम्
मस्तिष्क	Brain	मस्तिष्कम्
मस्तिष्क शोथ(मस्तिष्क ज्वर)	Encephalitis	मस्तिष्कशोथः
महाधमनी	Aorta	महाधमनी
महाशिरा	Vena cava	महासिरा
महासागरीय तापीय ऊर्जा	Ocean thermal energy	महासागरीयतापीय-ऊर्जा
मांसाहारी	Carnivore	मांसाहारी
मानव नेत्र	Human eye	मानव-नेत्रम्
मिल्क ऑफ मैग्निशिया	Milk of magnesia	मैग्निशियादुग्धम्
मिश्र धातु /मिश्रातु	Alloy	मिश्रातुः
मिसेल	Micelles	
मुकुलन	Budding	मुकुलनम्
मुख्य अक्ष	Principal axis	मुख्याक्षः
मुख्य फोकस	Principal focus	मुख्यलक्ष्यम्
मूत्रमार्ग	Urethra	मूत्रमार्गः
मूत्र वाहिनी	Ureter	मूत्रवाहिनी
मेंडेलीफ	Mendelleev	
मेरुरज्जु	Spinal cord	मेरुरज्जुः
मोतिया बिन्दु	Cataract	नेत्रपटलम्
मोलेसस (सीरा)	Molasses	रसिका
यकृत	Liver	यकृत्

यशदलेपन	Galvanization	यशदलेपनम्
युग्मक	Gamete	युग्मकम्
युग्मनज	Zygote	युग्मनजम्
योनि	Vagina	योनिः
यौवनारम्भ	Puberty	यौवनारम्भः
रंग	Colour	वर्णः
रंन्ध्र	Stomata	रन्ध्रम्
रासायनिक अभिक्रिया	Chemical reaction	रासायनिक-अभिक्रिया
रासायनिक सूत्र	Chemical formula	रासायनिक-सूत्रम्
रूबिडियम	Rubidium	दीपातुः
रेटिना(दृष्टिपटल)	Retina	दृष्टिपटलम्
रोगाणुनाशक	Disinfectant	रोगाणुनाशकः
लघु-पचन	Short-circuit	लघुपचनम्
लसीका	Lymph	लसीका
लालाग्रन्थि	Salivary gland	लालाग्रन्थिः
लालारस	Saliva	लालारसः
लिंग निर्धारण	Sex determination	लिङ्गनिर्धारणम्
लिंग सूत्र	Sex chromosome	लिंग-गुणसूत्रम्
लीथियम	Lithium	लघ्वातुः
लेंस	Lens	वीक्षः
लेंस कि क्षमता	Power of lens	वीक्षक्षमता
वंशागत लक्षण	Inherited traits	वंशागत-लक्षणम्
वंशागत	Inherit	वंशागतः
वंशागति	Inheritance	वंशक्रमागतः
वक्रता त्रिज्या	Radius of curvature	वक्रतात्रिज्या
वर्तिका	Style	वर्तिका
वर्तिकाग्र	Stigro	वर्तिकाग्रः
वहन तंत्र	Transportation system	वहनतन्त्रम्
वक्रित दर्पण	Curved mirror	वक्र-दर्पणम्
वन संरक्षण	Forest conservation	वनसंरक्षणम्
वर्गीकरण	Classification	वर्गीकरणम्
वर्ण	Colour	वर्णः
वसा	Fat	वसा
वृषण	Testes	वृषणम्
व्यष्टि	Individual	व्यष्टिः
वाष्पोत्सर्जन	Transpiration	बाष्पोत्सर्जनम्

वाहित मल	Sewage	वाहितमलम्
विकल्प	Version	विकल्पः
विकास	Evolution	उद्विकासः
विकिरण	Radiation	विकिरणः
विकीर्णन	Scattering	विकीर्णनम्
विकृतगंधिता	Rancidity	विकृतगन्धिता
विकृत	Denature	विकृतम्
विखंडन	Fusion	विखण्डनम्
विक्षुब्ध	Turbulent	विक्षुब्धम्
विचलन	Variation	विचलनम्
विचलन कोण	Angel of deviation	विचलनकोणः
विचरण	Deviation	विचरणम्
वितरण	Distribution	वितरणम्
विद्युत	Electricity	विद्युत्
विद्युत अपघटन	Electrolysis	विद्युत्-अपघटनम्
विद्युत इस्तरी	Electric iron	विद्युत्-अयः
विद्युत जनित्र	Electrical generator	विद्युत्-जनित्रम्
विद्युत चुंबक	Electro magnet	विद्युत्-चुम्बकः
विद्युत चुंबकीय प्रेरण	Electromagnetic induction	विद्युत्-चुम्बकीयप्रेरणम्
विद्युत धारा	Electric current	विद्युत्-धारा
विद्युत मापक यंत्र	Electric meter	विद्युत्-मापकयन्त्रम्
विद्युत मोटर	Electric motor	विद्युत्-यन्त्रम्
विद्युन्मय तार	Live wire	विद्युन्मय-तन्त्री
विद्युत रोधन	Insulation	विद्युत्-रोधनम्
विद्युत रोधी	Insulator	विद्युत्-रोधी
विद्युत ऋणात्मक	Electronegative	विद्युत्-ऋणात्मकम्
विन्यास	Configuration	विन्यासः
विभेदन		Differentiation
विभेदनम्		
विभाजिक	Septum	विभाजिकम्
विभवांतर	Potential difference	विभवान्तरम्
विभेद	Distinguish	विभेदः
विभक्त	Splitting	विभक्तम्
विषमांगी	Contrasting	विषमाङ्गी
वियोजन	Dissociation	वियोजनम्
वियोजन अभिक्रिया	Dissociation reaction	वियोजन-अभिक्रिया

विरूपण	Disfigurement	विरूपणम्
विलयन	Solution	विलयनम्
विषम पोषी	Heterotroph	विषमपोषी
विवर्तन	Diffraction	विवर्तनम्
विवर्धित	Enlarged	विवर्धितम्
विशिष्ट स्थल	Hot spots	विशिष्टस्थलम्
विस्थापन	Displacement	विस्थापनम्
विस्थापन अभिक्रिया	Displacement	विस्थापन-अभिक्रिया
वैद्युत संयोजक यौगिक	Electrovalent compound	वैद्युतसंयोजकयौगिकम्
वैश्विक ऊष्मीकरण	Global warming	वैश्विक-ऊष्मीकरणम्
वैद्युत	Electrical	वैद्युतकः
वृक्क	Kidney	वृक्कः
वृक्काणु	Nephron	वृक्काणुः
वृद्धि	Growth	वृद्धिः
शंक्वाकार	Conical	शंक्वाकारः
शबलित	Verigated	शबलितम्
शमन	Quench	प्रशमनम्
शल्य	Surgery	शल्यक्रिया
शाकाहारी	Herbivores	शाकाहारी
शिथिलता	Relaxation	शिथिलता
शिरा	Vein	सिरा
शिश्न	Penis	शिश्नम्
शुक्रवाहिनी	Vas deferens	शुक्रवाहिनी
शुक्राशय	Seminal vesicle	शुक्राशयः
श्रृंखलन	Catenation	शृङ्खलनम्
श्रृंखला अभिक्रिया	Chain reaction	श्रृंखला-अभिक्रिया
शोधन	Purification	शोधनम्
श्रेणीकरण	Gradation	श्रेणीकरणम्
श्रेणी संयोजन	Series combination	श्रेणीसंयोजनम्
श्वसन	Respiration	श्वसनम्
श्वसनी	Bronchi	श्वसनी
श्वासन नली	Trachea	श्वसननली
षटकोणीय व्यूह	Hexagonal array	षट्कोणीयव्यूहः
संकलित	Compile	सङ्कलितम्
संकेन्द्रण	Concentration	सङ्क्रेन्द्रणम्
संगठन	Organization	सङ्घटनम्

संक्षारण	Corrosion	संक्षारणम्
संग्रहण	Harvesting	सङ्ग्रहणम्
संघटक	Ingredient	सङ्घटकम्
संतति	Progeny	सन्ततिः
संतृप्ति	Saturation	सन्तृप्तिः
संदूषित	Polluted	सन्दूषितः
संदूषण	Contamination	सन्दूषणम्
संधि	Joint	सन्धिः
संपोषित विकास	Sustainable development	सम्पोषितविकासः
संपाचन, पाचन	Digestion	सम्पाचनम् , पाचनम्
समंजन	Accommodation	समञ्जनम्
समंजन क्षमता	Power of Accommodation	समञ्जनक्षमता
संयोजकता	Valency	संयोजकता
संयोजन अभिक्रिया	Combination reaction	संयोजन-अभिक्रिया
संलयन	Fusion	संलयनम्
विखंडन	Fission	विखण्डनम्
संवहन बंडल	Vascular bundle	संवहनबन्धः
संसूचन	Detection	संसूचनम्
संसाधन	Resource	संसाधनम्
सन्निकट	Approximate	सन्निकटम्
समस्थानिक	Isotopes	समस्थानिकम्
समष्टि		Population समष्टिः
समजातीय श्रेणी	Homologous series	समजातीयश्रेणी
समाघात	Impact	समाघातम्
समाप्य	Exhaustible	समाप्यम्
समीकरण	Equation	समीकरणम्
समूह	Group	समूहः
सर्वतोमुखी	Versatile	सर्वतोमुखी
सांद्रण	Concentration	सान्द्रणम्
सांश्लेषिक	Synthetic	सांश्लेषिकम्
साधन	Resources	साधनम्
साधित्र	Appliance	साधित्रम्
साबुनीकरण	Saponification	फेनकीकरणम्
समांगी	Homogeneous	समाङ्गी
सार्वप्रायिक संख्या	Most probable number (MPN)	सार्वप्रायिकसंख्या
सार्व सूचक	Universal indicator	सार्वसूचकम्

सिनेप्स	Synapse	
सिरका	Vinegar	आम्लवेतसम्
सिरे	Terminals	अन्तिमम्
सीजियम	Cesium	
सीधी	Straight	ऋजुः
सुचालक	Conductor	सुचालकः
सुनार(स्वर्णकार)	Goldsmith	स्वर्णकारः
सुस्पष्ट	Distinct	सुस्पष्टम्
सुस्पष्ट दर्शन की अल्पतम दूरी	Least distance of distinct vision	सुस्पष्टदर्शनस्य अल्पतमदूरता
सूक्ष्म जीव	Micro organism	सूक्ष्म-जीवः
सूक्ष्म- विकास	Micro-evolution	सूक्ष्मविकासः
सूचक	Indicator	सूचकः
सूत्र	Formula	सूत्रम्
सौर कुकर	Solar cooker	सौर-बाष्पस्थाली
सौर जल तापक	Solar water heater	सौर-जल-तापकः
सौर सेल	Solar cell	सौर-कोशिका
सौर स्थिरांक	Solar constant	सौर-स्थिरांकः
सोडियम	Sodium	विक्षारः
स्कंदन	Coagulation	स्कन्दनम्
स्ट्रॉन्शियम	Strontium	
स्पेक्ट्रम	Spectrum	रङ्गावलिः
स्वपोषी विखंडन	Self-sustaining fission	स्वपोषिविखण्डनम्
स्वच्छमंडल / कॉर्निया	Cornea	स्वच्छमण्डलम्
स्वनिर्वाह	Self-sustaining	स्वनिर्वाहः
स्वपोषी	Autotroph	स्वपोषी
स्वपोषी विखंडन	Self-sustaining fission	स्वपोषिविखण्डनम्
स्वपरागण	Self-pollination	स्वपरागणः
हीलियम	Helium	यानातिः

1065

एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रियशैक्षिकानुसंधानप्रशिक्षणपरिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONL RESEARCH AND TRAINING

ISBN 81-7450-675-6